R. ADRAIT
J. P. BATTAIL
C. MICHAUD
D. SOMMIER
D. ZAMBON



Constructeur en bâtiment

Maîtriser l'ingénierie civile





hachette
TECHNIQUE

R. ADRAIT
J.-P. BATTAIL
C. MICHAUD
D. SOMMIER
D. ZAMBON

Guide du Constructeur en bâtiment

Maîtriser l'ingénierie civile

Édition 2012

**À l'usage des élèves
des lycées technologiques
et professionnels, des I.U.T.,
des écoles d'ingénieurs,
des auditeurs de la formation continue,
des techniciens et dessinateurs
dans les bureau d'études
et les cabinets d'architectes.**



Préface

Ouvrage de référence depuis 30 ans, le « Guide du Constructeur en Bâtiment » a pour objectif de mettre à disposition des élèves de Lycées, aux classes de BTS et DUT, aux étudiants ingénieurs et architectes et d'une façon générale à toutes les personnes concernées par l'acte de construire, un ensemble d'informations sans cesse réactualisées permettant les apprentissages du dessin et de la technologie en vue de la réalisation de projets de bâtiment et de génie-civil.

En s'appuyant sur les normes et DTU en vigueur, l'ouvrage s'articule autour de 5 grands thèmes qui sont :

- Les conventions de dessins de tous les corps d'états.
- Les données technologiques, très largement illustrées, des principaux ouvrages du bâtiment.
- Les éléments de calcul des ouvrages (charges, neige, vent, thermique, acoustique).
- Les caractéristiques des principaux matériaux de construction (liants, isolants, bois, métal...).
- L'aide mémoire concernant les tracés, les formules et les unités en usage dans le bâtiment.

Cette nouvelle édition comporte un nouveau chapitre sur le développement durable, les énergies renouvelables et les bâtiments basse consommation. Elle a été refondue sur les thèmes suivants : la plomberie, la RT 2012, et les sites Web de la construction durable.

Les points forts de cet ouvrage sont, outre la richesse de son contenu :

- Sa facilité d'accès aux débutants grâce au nombre et à la qualité des illustrations.
- Le fait qu'il représente un support de référence évolutif pour le maître et les élèves.

C'est pourquoi, ce livre est un « guide du constructeur », c'est-à-dire une présentation pédagogique des renseignements essentiels, sélectionnés et nécessaires à la construction d'un ouvrage.

PRINCIPALES MISES À JOUR PAR RAPPORT À L'ÉDITION 2009-2010	
Chapitres mis à jour ou modifiés	
12	Escaliers
26	Plomberie
31	Réglementation thermique
42	Les performances énergétiques
43	Matériaux durables
44	Dossier de BBC
50	Sites Internet de la construction
NOTA : L'importance d'une telle mise à jour a entraîné des modifications de pagination, de la numérotation des chapitres et des paragraphes.	

www.hachette-education.com

I.S.B.N. 978-2-01-181511-8

Dessins techniques

Conventions de dessin technique

Éléments de construction

Les corps d'états (conventions de dessins et éléments technologiques)

Éléments de calcul

Classement des matériaux

Énergie et matériaux renouvelables

Constructions graphiques

48 Formulaire

Index alphabétique

1 Dessins d'architecture

1.1 Les plans

1.11 Définition

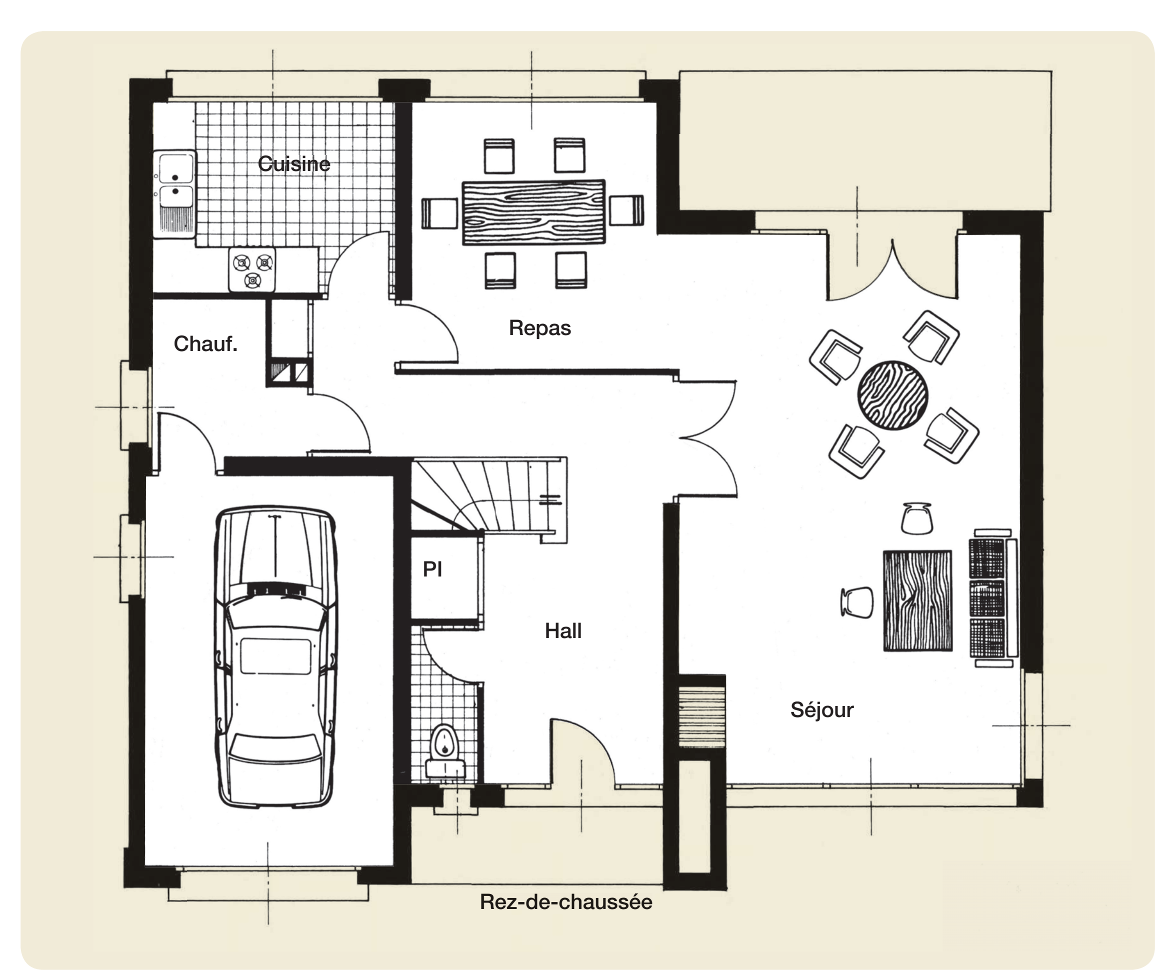
On appelle plan une coupe horizontale exécutée un mètre au-dessus du sol fini de l'étage, ou 10 cm au-dessus de l'appui de fenêtre le plus haut afin que toutes les ouvertures existantes à l'étage soient représentées.

1.12 Représentations sur les plans

Les différentes représentations figurant dans le plan ci-dessous sont conventionnelles ; se référer à :

- Escaliers : chapitre 12.
- Baies : chapitre 13.
- Portes : chapitre 14.
- Conduits : chapitre 15.
- Appareils sanitaires : utiliser soit des vignettes à transférer, soit des grilles trace-sanitaire, soit des bibliothèques de symboles.
- Mobilier : la représentation du mobilier est facultative ; elle permet cependant au projeteur de juger de l'habitabilité des pièces (pour la représentation, même remarque que pour les appareils sanitaires).

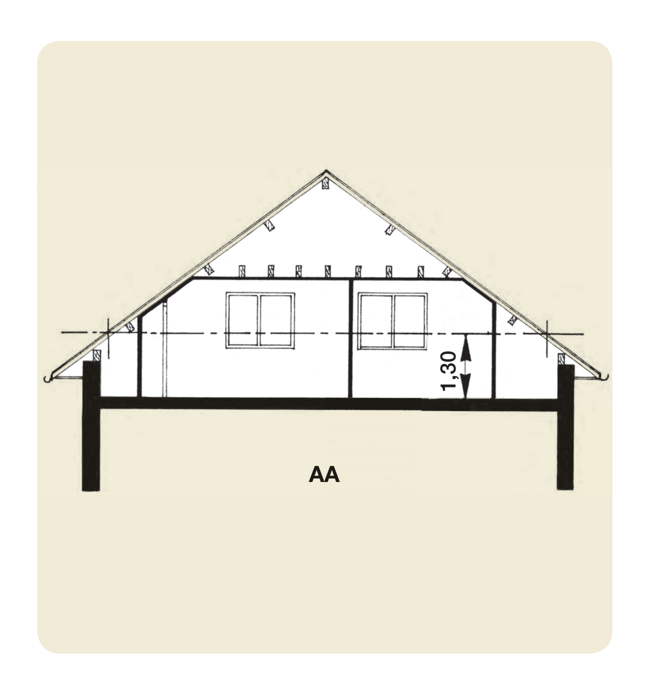
REMARQUE :
Dans la plupart des dessins d'architecture de cet ouvrage, les murs et planchers coupés ont été pochés en noir ; on peut remplacer ce pochage par un pochage au crayon exécuté au dos du calque.



1.2 Plans situés sous combles

C'est une coupe horizontale exécutée 1,30 mètre au-dessus du sol fini de l'étage.

- Les contours cachés de la toiture se dessinent en trait interrompu.
- On suppose le plan de coupe vertical au droit de la charpente afin de ne pas avoir à dessiner les chevrons.



1.3 Remarques communes à tous les plans

- On désigne les plans par le nom de l'étage qu'ils représentent.

EXEMPLE :

Plan du rez-de-chaussée.

Plan du sous-sol.

- On fait, en général, figurer à côté des plans une boussole stylisée indiquant leur orientation (voir en fin de chapitre les symboles stylisés utilisés sur les plans).

A A
Ch 1
Ch 2
Ch 3
Lingerie

Combles

1.4 Les coupes

1.41 Définition

On appelle « coupe » une coupe verticale, droite ou brisée exécutée de la base des fondations au sommet de la toiture.

1.42 Représentation

- Les coupes doivent toujours passer par les baies afin d'en permettre la cotation.
- Dessiner les portes en position fermée.
- Ne pas représenter les appareils sanitaires.
- Ne dessiner les arêtes cachées que si elles sont indispensables à la compréhension de l'ouvrage.
- Éviter de couper les toitures parallèlement au faîtage.
- Ne pas couper d'éléments compliquant le dessin et n'apportant rien à la compréhension tels que les conduits, les poteaux, les escaliers tournants, les fermes de charpente.

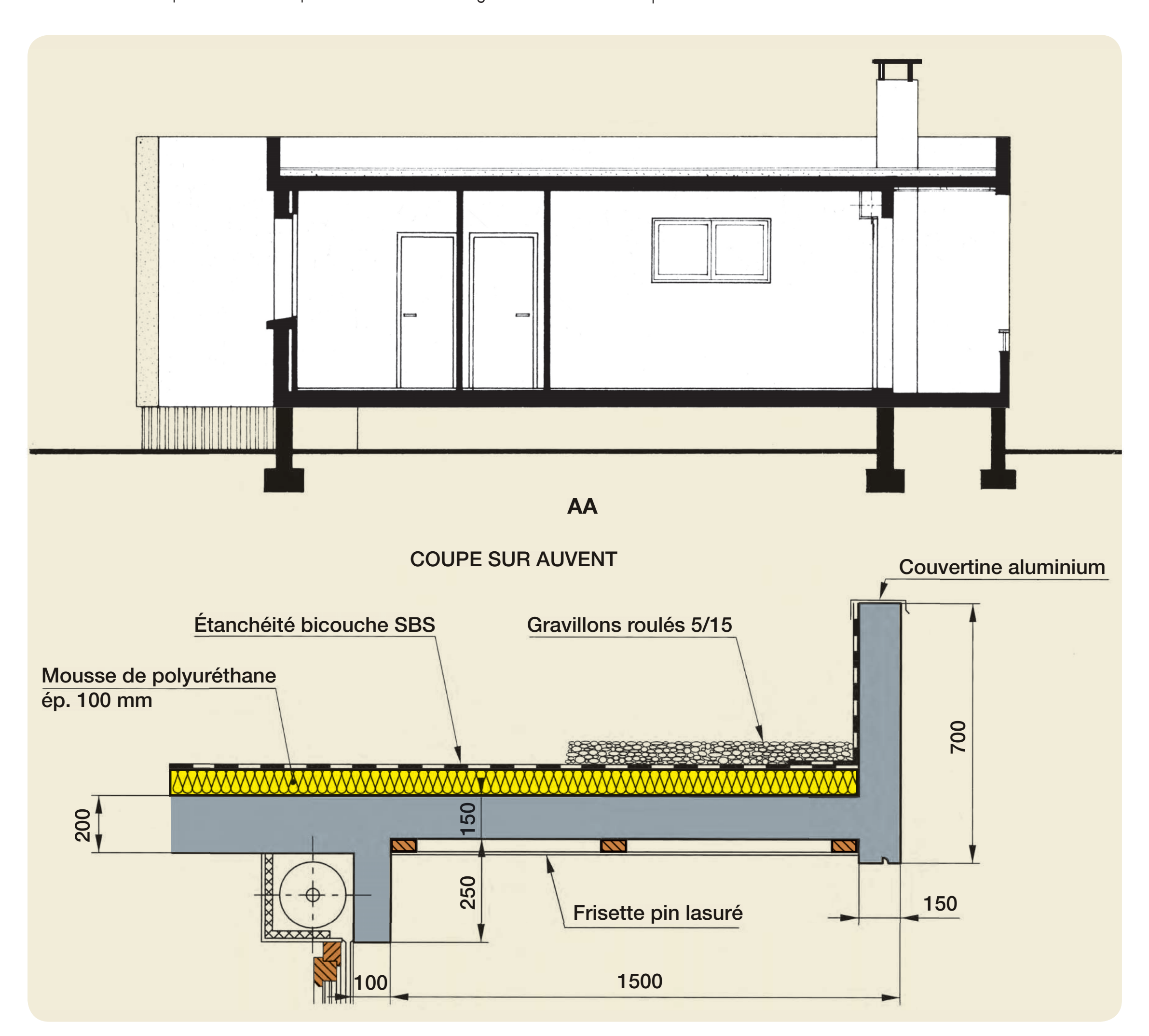
1.5 Les coupes partielles

Lorsque certaines parties de l'ouvrage ne sont pas clairement définies par les coupes d'ensemble, on effectue des coupes partielles à plus grande échelle (1/20 ; 1/10 ; 1/2) sur lesquelles on figure, outre les dimensions, les différents matériaux constitutifs de l'ouvrage.

Les coupes partielles peuvent ne pas être repérées sur les dessins mais leur nom devra permettre de les situer.

EXEMPLE :

« Coupe sur auvent » ou « Détail des marches ».



1.6 Les façades

1.61 Définition

On appelle façade l'élévation extérieure d'un bâtiment.

1.62 Représentation

Les façades sont des dessins à caractère essentiellement artistique, elles doivent permettre de juger l'aspect définitif du bâtiment. Pour ces raisons :

- tracer les ombres se produisant sur les façades afin de bien mettre en évidence les différents reliefs,
- dessiner à l'échelle personnages et végétation qui animeront la façade et permettront d'apprécier son importance,
- ne pas inscrire de cotes,
- ne pas figurer d'arêtes cachées.

1.63 Désignation

Les façades se désignent d'après leur orientation géographique.

EXEMPLE :

Façade sud-ouest

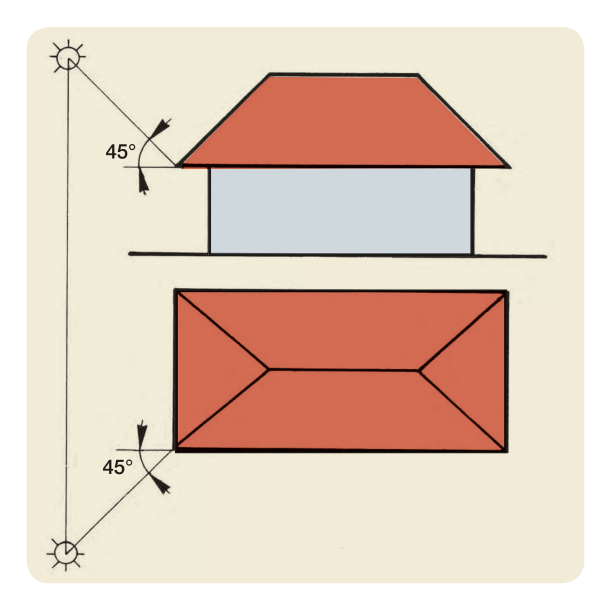


Façade Sud-Ouest

1.7 Ombres à 45°

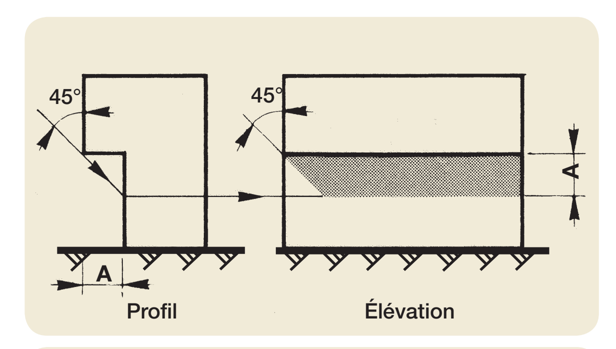
1.71 Principe

Le tracé s'exécute suivant le principe des ombres au soleil, c'est-à-dire que la source lumineuse étant très éloignée, on considère que les rayons lumineux sont parallèles. Conventionnellement, le soleil est situé en haut à gauche par rapport à la façade dessinée. Ces rayons lumineux forment en projection un angle de 45 degrés avec la ligne de terre, tant en projection frontale qu'en projection horizontale.



REMARQUES :

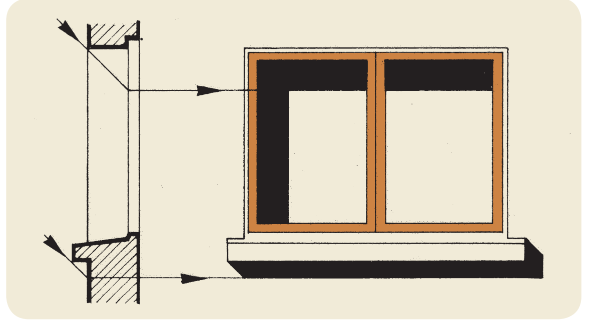
- Toute droite de bout se projette inclinée à 45° sur un plan frontal.
- Si une droite est parallèle à un plan, son ombre sur ce plan lui sera parallèle.
- La largeur de toute ombre frontale est égale à la dimension de la saillie la provoquant.



1.72 Applications

Ombres sur les vitrages

Les ombres provoquées par les tableaux et les linteaux des baies s'exécutent à l'encre de Chine sur le vitrage. Ne pas noircir les bois de la fenêtre.

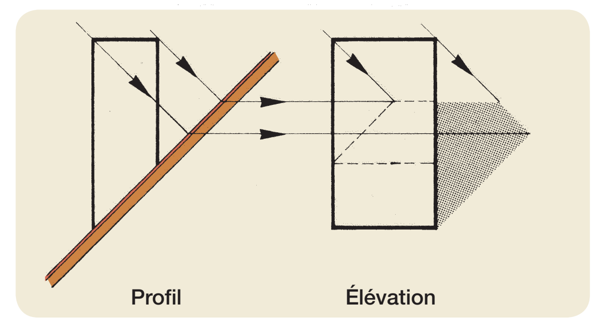


Ombre des souches

Le tracé exact de cette ombre nécessite une élévation et une vue de profil. Il consiste à rechercher l'intersection de chacune des arêtes de la souche avec le plan de la toiture.

Ombres des corniches et balcons

Dans l'exemple donné, le tracé a été effectué à l'aide de trois vues en correspondance ; ceci afin de bien rappeler le principe du tracé. Pratiquement, le tracé peut se faire en reportant simplement les dimensions puisque la largeur de l'ombre est égale à la largeur de la saillie la provoquant.

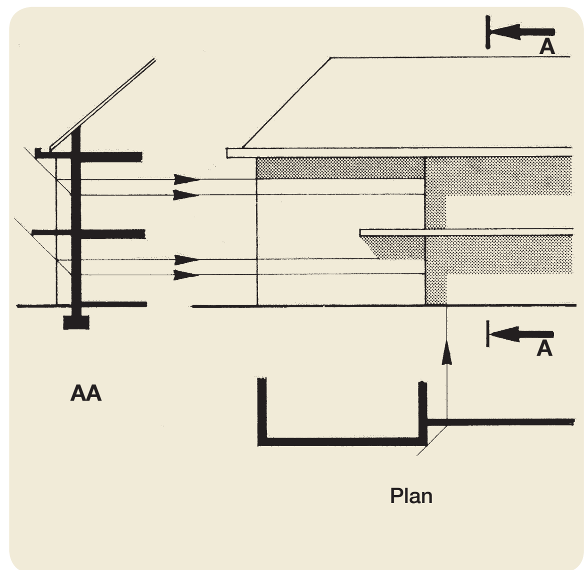


1.73 Conseils pratiques

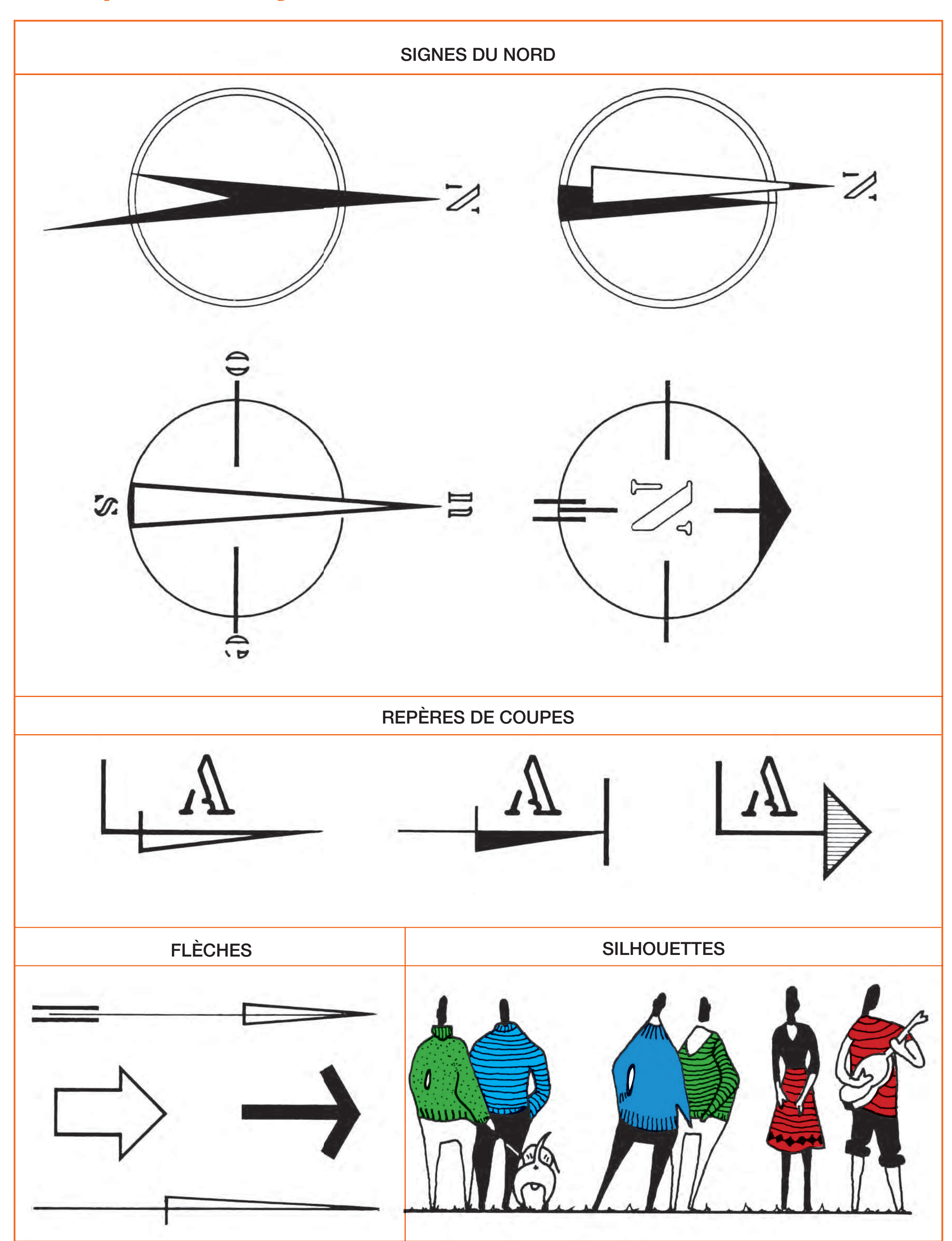
On utilise généralement deux densités pour le tracé des ombres.

- **Ombres noires** pour tous les reliefs ne dépassant pas 10 cm (appuis des baies, encadrements, bandeaux, soubassements).

- **Ombres grisées** pour tous les reliefs importants. Ces ombres peuvent être réalisées soit en exécutant des hachures verticales serrées (procédé long et fastidieux ne souffrant pas la médiocrité), soit en pochant au crayon au dos du calque ou mieux encore en utilisant une trame adhésive découpée au contour de l'ombre et collée au dos du calque. (C'est ce procédé qui a été utilisé pour les différentes figures de cet ouvrage.)



1.8 Représentations stylisées



2 Cotation des dessins d'architecture

2.1 Principes généraux

La définition dimensionnelle des éléments d'un bâtiment nécessite un nombre important de cotes. Afin que celles-ci ne gênent pas la lecture des dessins, il importe de respecter les principes suivants :

Principe 1 :
Les cotes définissant des éléments intérieurs du bâtiment (dimensions des pièces, épaisseurs des cloisons et planchers) seront placées à l'intérieur du dessin.

Principe 2 :
Les cotes définissant des éléments placés sur les murs extérieurs (largeur des baies, épaisseur des murs extérieurs) seront placées à l'extérieur des dessins.

Principe 3 :
Les dimensions horizontales s'inscrivent sur les plans et les dimensions verticales sur les coupes (ne pas inscrire de cotes horizontales sur les coupes verticales sauf si la lecture du dessin s'en trouve facilitée).

Principe 4 :
Ne pas inscrire de cotes sur les façades sauf impossibilité majeure.

2.2 Les unités de cotation

NF P 02-005

- Le choix est laissé entre trois unités de base : le **kilomètre**, le **mètre**, le **millimètre**.
- L'unilé retenue doit impérativement être inscrite dans le cartouche.
- S'il s'avère nécessaire, alors qu'une unité a été choisie, d'inscrire certaines cotes avec une autre des trois unités de base, elle sera indiquée à la suite de la cote.

EXEMPLES :
Si l'unité de base est le **mètre**, on écrit :
10,550 – 1,200 – 200 mm – 50 mm.
Si l'unité de base est le **millimètre**, on écrit :
10500 – 200 – 50 – 1,200 m.

NOTA :
Cependant, traditionnellement dans la profession, les cotes s'expriment :

- en centimètres en dessous de 1 mètre ;
- en mètres avec deux décimales au dessus de 1 mètre.

2.3 Cotation des niveaux

2.31 Principe

C'est une cotation verticale cumulée qui indique l'altitude de certaines parties de la construction par rapport à une origine désignée 0,000. Cette origine peut être :

- le point zéro N. G. F. (Nivellement Général de la France),
- le sol fini du rez-de-chaussée de la construction.

Toutes les cotes situées au-dessus de l'origine sont affectées du signe +, toutes celles situées au-dessous sont affectées du signe —.

REMARQUE :
Il est conseillé, lorsque l'on utilise le sol du rez-de-chaussée comme origine, de la rattacher au nivellement général.

2.32 Unités

Les cotes de niveaux s'expriment en mètres avec trois décimales.

2.33 Emplacements

On doit inscrire les niveaux sur tous les plans horizontaux importants de la construction (fond de fouille, terrain naturel, dessus des différents planchers, sous-face du dernier plancher, terrasses et balcons, points hauts et bas des toitures).

2.34 Exemple

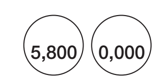
Voir chapitre 2.5.

REPRÉSENTATION	RATTACHEMENT AU NIVEAU N.G.F.
En plan	En plan
En coupe	En coupe

REPRÉSENTATION — En plan



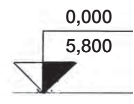
RATTACHEMENT AU NIVEAU N.G.F. — En plan



REPRÉSENTATION — En coupe

+ 2,500

RATTACHEMENT AU NIVEAU N.G.F. — En coupe



2.4 Cotation des nus

2.41 Principe

C'est une cotation qui permet de mettre en évidence les différents reliefs existants sur une façade ou le parement d'un ouvrage. Les cotes de nus sont cumulées comme les cotes de niveaux. L'origine est choisie sur le nu principal de la façade ou de l'ouvrage, elle se repère par la valeur 0.

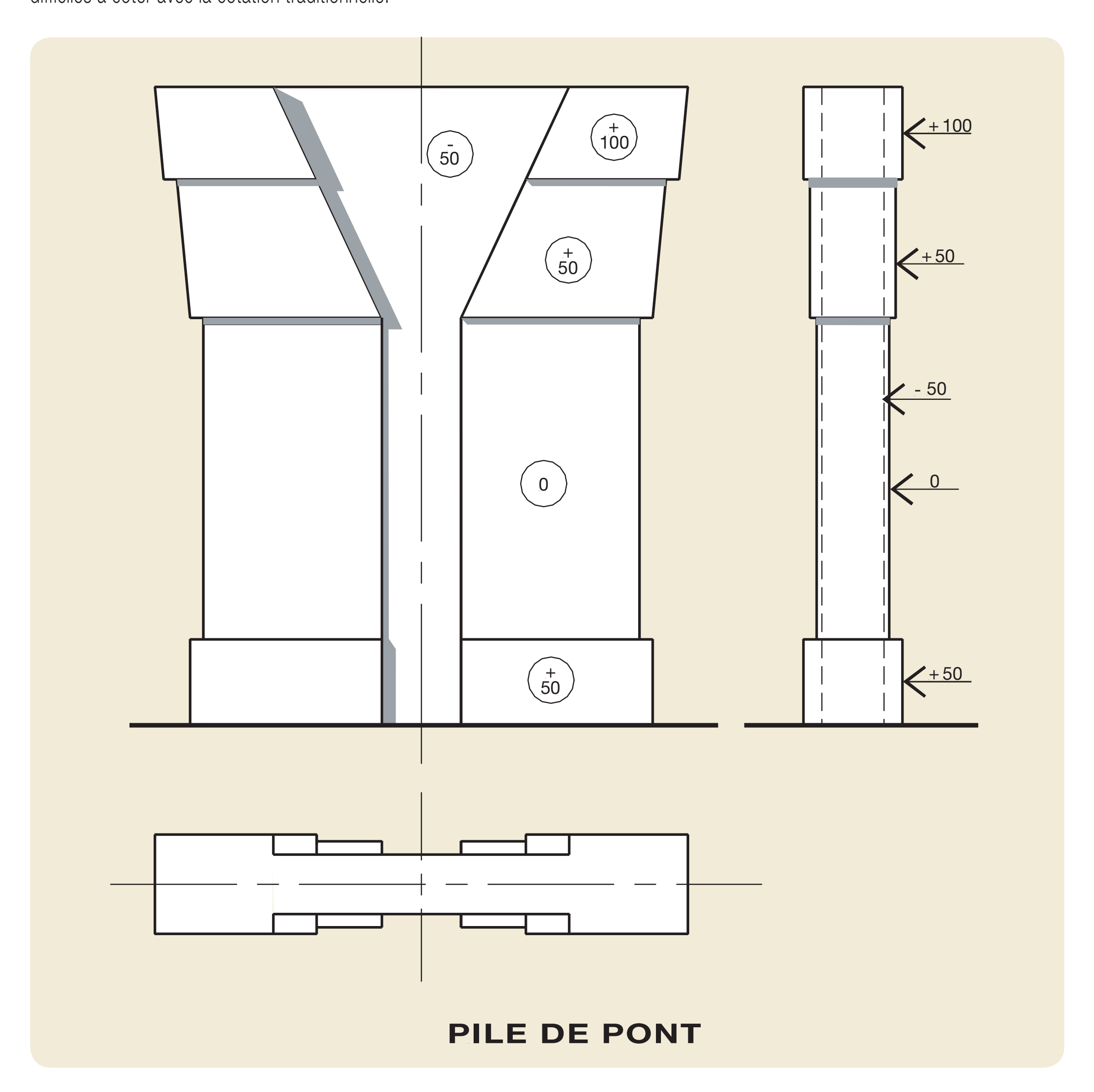
Cette cotation est très utile pour indiquer les petits reliefs difficiles à coter avec la cotation traditionnelle.

2.42 Représentation

Elle est identique à celle des niveaux (cercle sur les façades, flèches sur les autres vues ou coupes), mais les symboles sont de plus petite taille.

2.43 Unités

Les cotes sont exprimées dans l'unité choisie pour le dessin. Dans l'exemple ci-dessous, c'est le millimètre qui est utilisé.

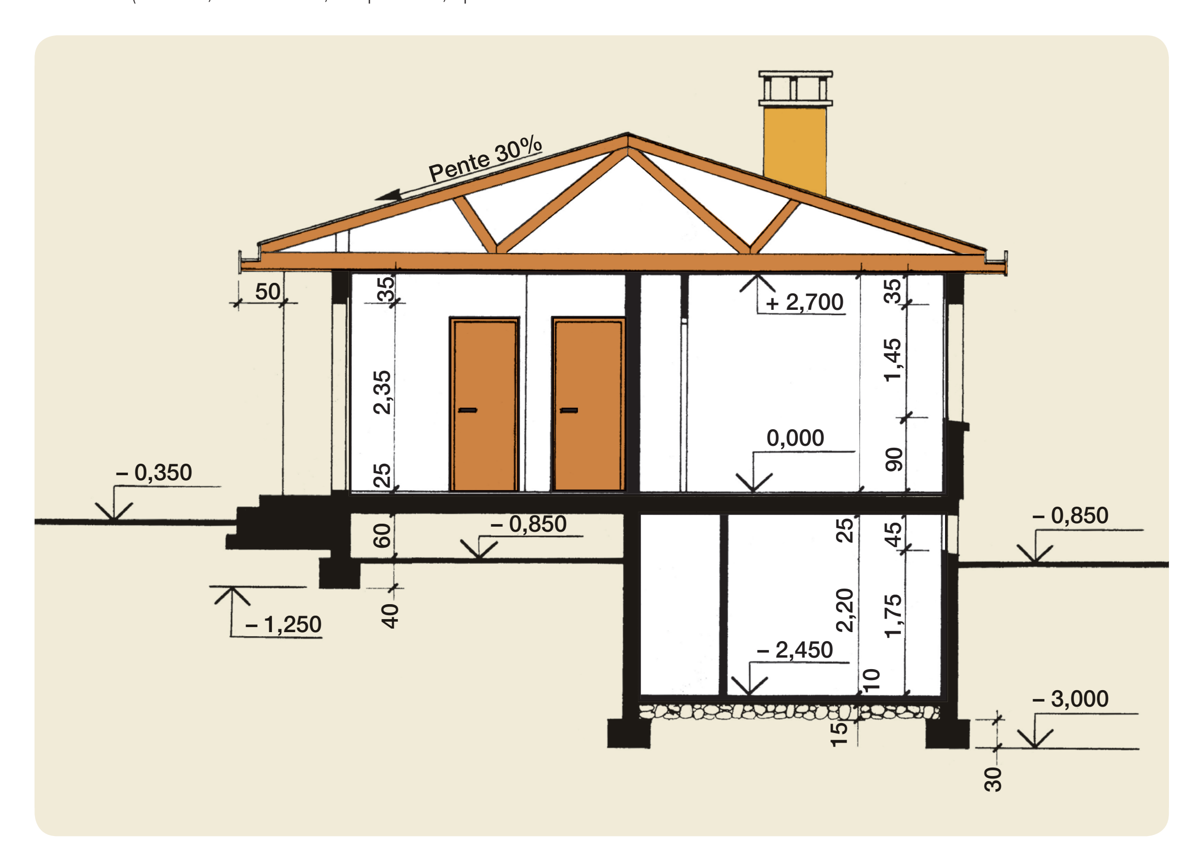


PILE DE PONT

2.5 Cotation des coupes

- Une ligne indiquant les hauteurs sous plafonds et les épaisseurs des différents planchers.
- Une ligne indiquant les dimensions et positions de toutes les baies visibles sur la coupe.
- Des cotes partielles indiquant les dimensions des petits éléments (balcons, fondations, dépassées, pentes des toitures, etc.).
- Les hauteurs des ouvertures à ménager dans les murs de refend.
- Les cotes de niveaux.

REMARQUE :
On n'inscrit pas le nom des pièces sur les coupes.



2.6 Cotation des plans

2.61 Cotation extérieure

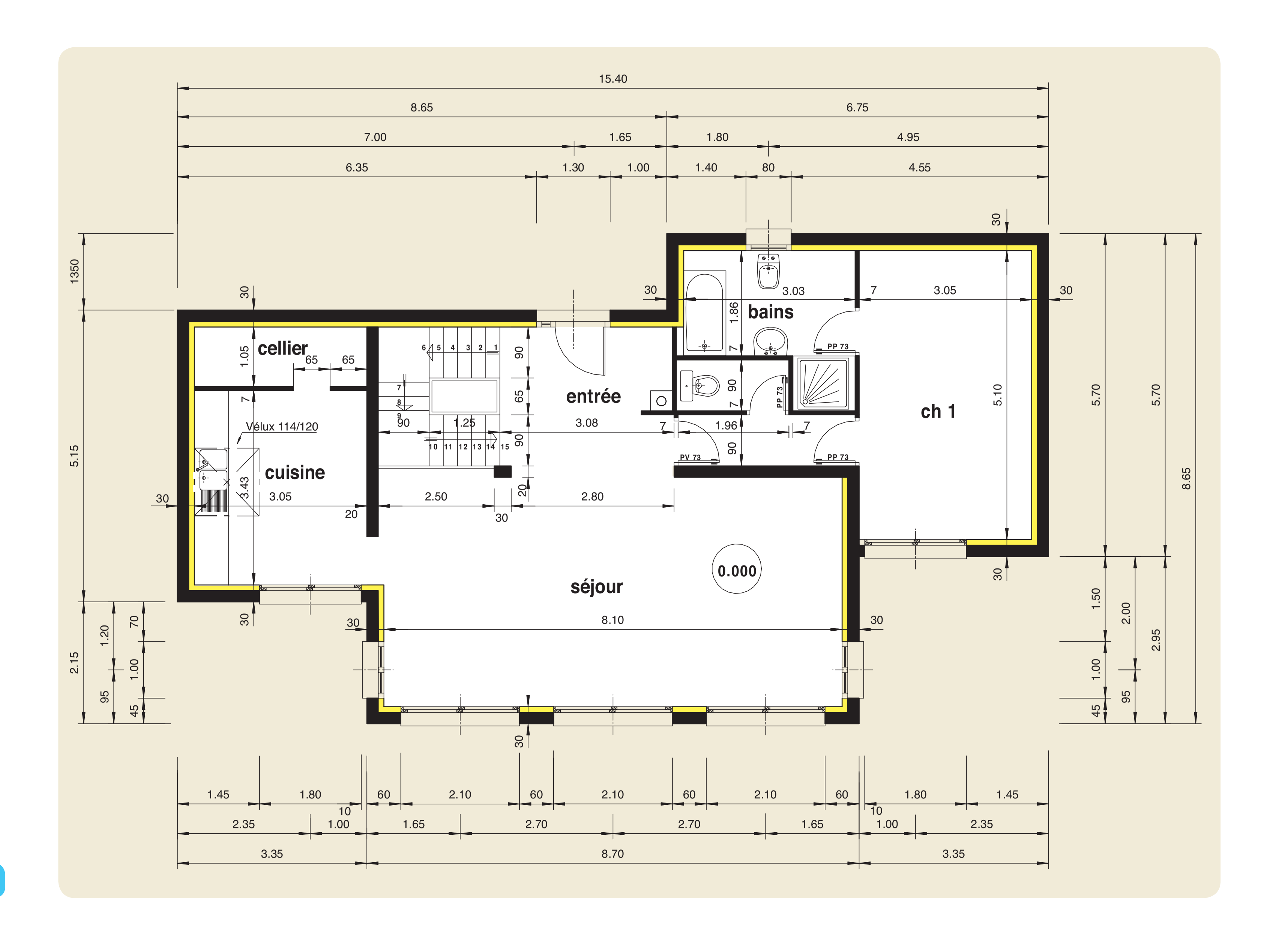
- Une ligne pour les dimensions et positions des baies.
- Une ligne pour les dimensions entre-axes des baies (cette ligne peut être supprimée s'il n'existe qu'une seule baie sur la façade).
- Une ligne pour les décrochements du bâtiment (s'il y a lieu).
- Une ligne pour la dimension totale.

2.62 Cotation intérieure

Les cotes intérieures doivent définir sans ambiguïté les éléments suivants :

- dimensions de chaque pièce et placard,
- épaisseur de tous les murs et cloisons,
- dimensions et positions des ouvertures existant dans les murs de refend (voir exemple chapitre 14),
- dimensions des portes extérieures (chapitre 14),
- indiquer les cotes de niveaux intérieurs et extérieurs,
- indiquer le nom des pièces.

REMARQUE :
La façon de coter : CH.1 3,30 x 4,95 ne doit pas être utilisée. Elle est tolérée pour les dessins d'avant-projets.


cellier
cuisine
Vélux 114/120
entrée
bains
ch 1
séjour
0.000
PP 73
PV 73

2.7 Cotation d'implantation

2.71 Principe

C'est une cotation cumulée qui permet d'implanter avec un minimum d'erreur les murs et poteaux d'un bâtiment. Théoriquement, les cotes d'implantation doivent figurer sur tous les plans ; pratiquement, elles ne sont guère utilisées que pour les plans de fondations (fig. 3). C'est en effet à ce niveau que les risques d'erreurs dans les implantations sont les plus importants. Les cotes s'inscrivent à partir d'un angle du bâtiment et sur deux façades. L'origine peut être prise :

- sur le nu fini du mur extérieur,
- à l'axe ou à l'intérieur s'il s'agit d'un mur mitoyen.

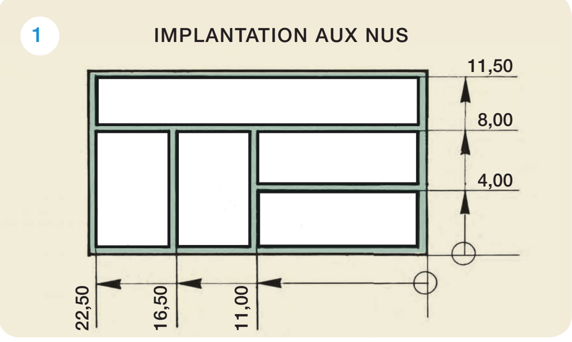
2.72 Exécution de la cotation

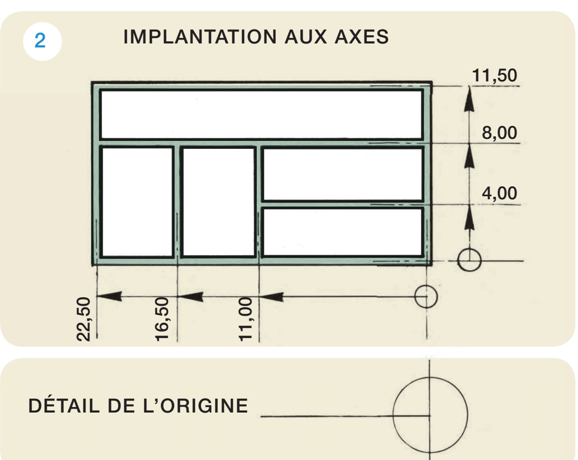
Attachement des cotes

- Soit sur le nu fini des différents murs et toujours du même côté que l'origine (fig. 1)
- Soit à l'axe des différents murs et poteaux (fig. 2). Cette solution est préférable car elle limite les risques d'erreur.

Inscription des cotes

Elles s'inscrivent perpendiculairement aux lignes de cotes.





3

Ventilation 20 x 20

30 4,50 20 50 7,00 30 50 1,20 7,60 1,50 2,80 2,00

4,20 0,900 Fond de fouille - 1,300

30 5,50 50 Trou d'homme 70 x 70 4,30 50 30 50 30

2,500 Fond de fouille - 2,900 4,00 50 20 50 30

8,80 4,30 1,50 9,10

15,00 10,25 9,20 5,80 6,10 15,30

3 Dossiers de construction

3.1 Considérations générales

La construction d'un bâtiment est une opération complexe qui nécessite la collaboration de nombreux **intervenants**.
Elle s'appuie sur un ensemble de dossiers comprenant des **pièces écrites** et des **pièces dessinées** ayant un caractère artistique, technique, financier et administratif.

3.2 Les intervenants

3.21 Le maître d'ouvrage

Personne physique ou morale (particulier ou organisme/collectivité) pour le compte de laquelle les travaux sont exécutés.

3.22 Le maître d'œuvre

Personne physique ou morale assurant les fonctions :

- architecturale, technique, économique.

Elle est chargée par le maître d'ouvrage de concevoir, de diriger et de contrôler les travaux. C'est généralement un architecte, qui s'attache le concours d'un économiste de la construction et de bureaux d'études techniques. Il réalise la plupart des documents écrits et dessinés utiles à l'acte de construire.

3.23 Le bureau de contrôle technique (BCT)

Il est chargé de contrôler depuis le projet jusqu'à la réalisation les conditions techniques édictées au marché.

3.24 Les bureau d'études techniques (BET)

Ils sont chargés par le maître d'œuvre (ou par les entreprises) de réaliser les études techniques et les dessins d'exécution dans les domaines tels que : béton-armé, sols, charpente métallique, VRD, fluides, thermique, acoustique...

3.25 Les entreprises

Elles assurent la réalisation des travaux, peuvent participer au projet et réalisent les ouvrages aux conditions du marché.

- Par lots séparés : chaque entreprise fait son étude et soumissionne en son nom propre.
- Groupées : elles font une étude commune et mandatent l'une d'entre elles pour soumissionner en leurs noms.
- Générales : elles sont titulaires d'un marché unique pour la réalisation de la totalité des travaux.
- Sous-traitantes : elles réalisent les travaux pour le compte d'une entreprise titulaire du marché.

3.3 Les pièces écrites

- **Règlement Particulier d'Appel d'Offres (RPAO)**

Document établi pour faire connaître aux entreprises candidates au marché les conditions de présentation et de jugement des offres.

- **Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)**

Document fixant les droits et obligations des différents intervenants. Il est dit général, car applicable à la plupart des marchés du bâtiment.

- **Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)**

Il complète et modifie éventuellement le CCAG en fixant les conditions administratives particulières d'une opération.

- **Calendrier général**

Document simple indiquant les moments et la durée d'intervention de chaque corps d'état (voir exemple page 24).

- **Calendrier d'exécution**

Document graphique détaillé s'inscrivant dans le cadre du calendrier général et précisant pour chaque corps d'état : l'ordre des tâches, leurs durées et les marges. C'est généralement un planning à bandes du type GANTT.

- **Devis descriptif**

Document décrivant et localisant les ouvrages et destiné au maître d'ouvrage. Réalisé en principe par lot, il constitue généralement la première partie du CCTP.

- **Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG)**

Document définissant les clauses techniques à respecter dans l'exécution des travaux (généralement normes et DTU). Il est établi par corps d'état.

- **Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)**

Document qui complète ou modifie le précédent en fixant les options techniques choisies pour chaque lot.

- **Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)**

Classement rationnel et récapitulatif des différentes quantités d'ouvrages élémentaires résultant de l'avant-métré et en donne une évaluation chiffrée.

- **Acte d'engagement**

Document signé par l'entreprise qui s'engage à réaliser les travaux dans les conditions fixées par le marché.

3.3 Les dossiers

Un projet de construction comprend plusieurs étapes, chacune d'elles nécessitant l'élaboration de dossiers particuliers dont la chronologie et les fonctions sont précisées ci-dessous :

3.31 L'avant-projet sommaire (APS)

Il présente, sans les détailler, les choix retenus dans les domaines architectural, fonctionnel, technique et financier, en accord avec les besoins et les moyens du maître d'ouvrage.

3.32 La demande de permis de construire

Elle est accordée par la mairie de la commune du lieu de construction.

3.33 L'avant-projet définitif (APD)

C'est l'étude détaillée de la solution retenue. L'APD affine la définition de l'ouvrage au plan des prestations techniques, des coûts et des délais de réalisation.

3.34 Le projet

Qui comprend deux types de documents :

- les plans d'exécution des ouvrages (PEO),
- les spécifications techniques détaillées (STD).

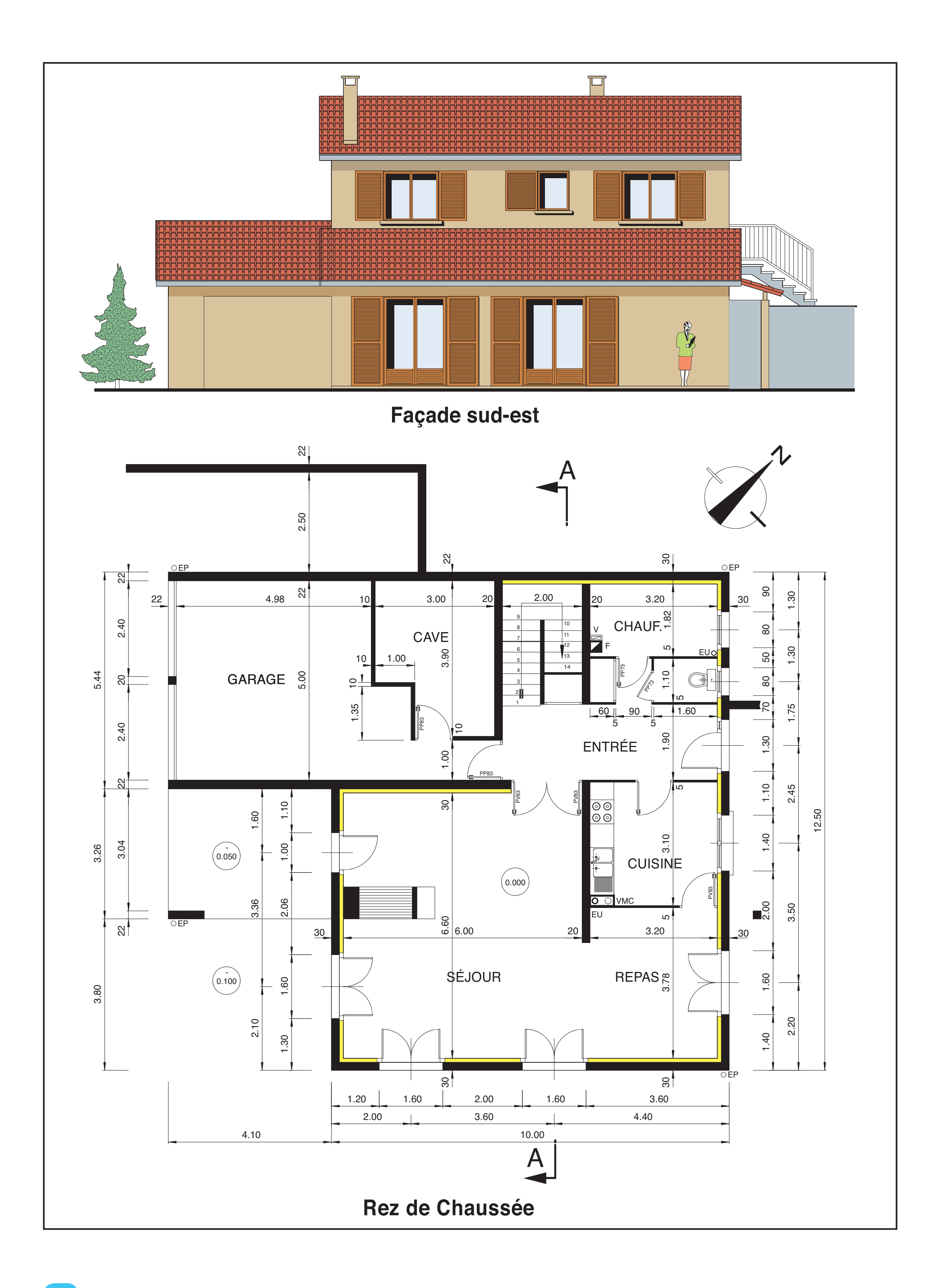
3.35 Le dossier de consultation des entreprises (DCE)

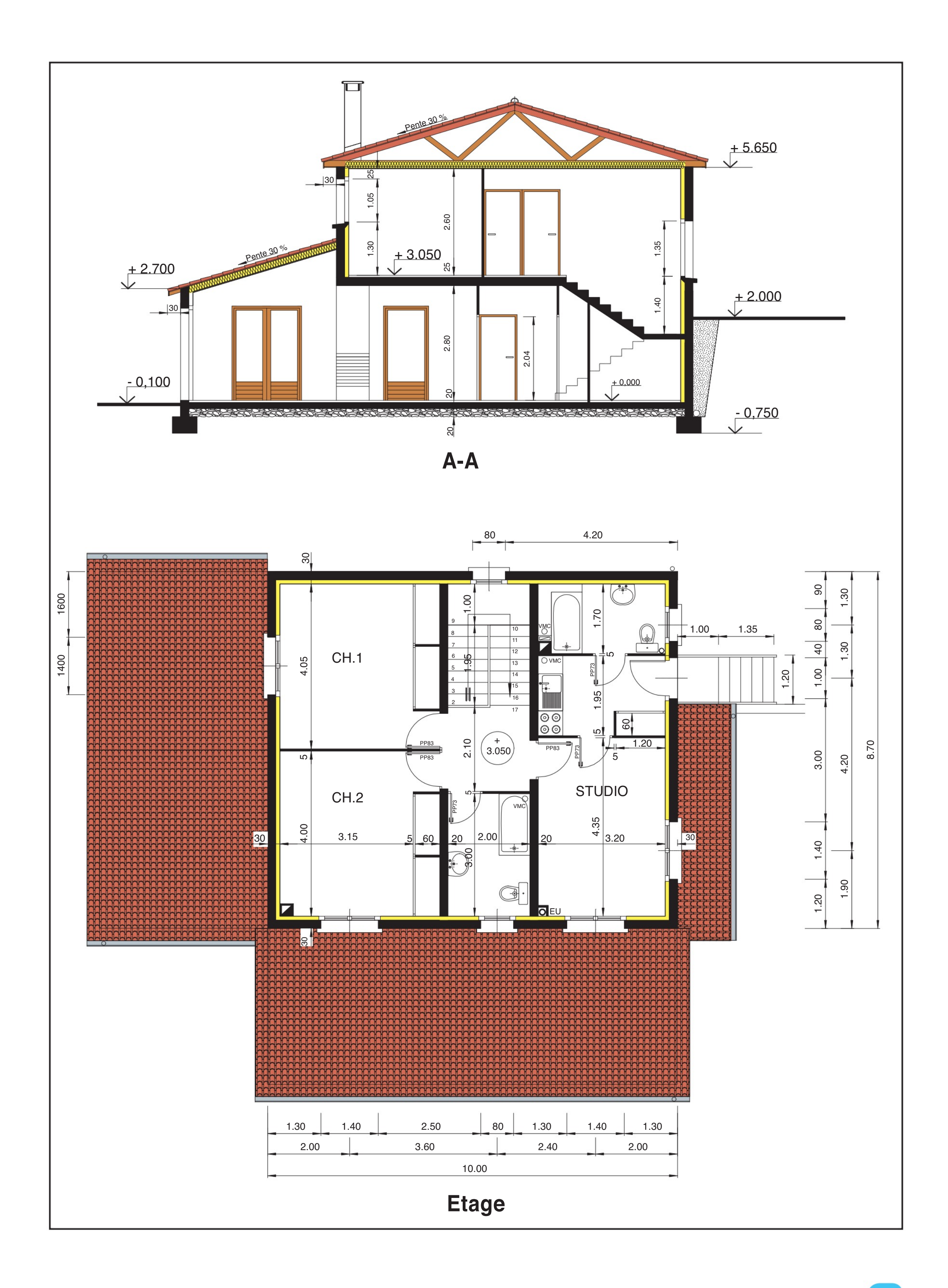
Il comprend, outre les pièces techniques, tous les documents nécessaires à la passation des marchés.
Les tableaux ci-dessous précisent les pièces constitutives de chaque dossier. Les étoiles dans les colonnes de droite indiquent à qui incombe la réalisation des pièces :
M = Maître d'œuvre,
E = Économiste de la construction,
B = Bureau d'études techniques.

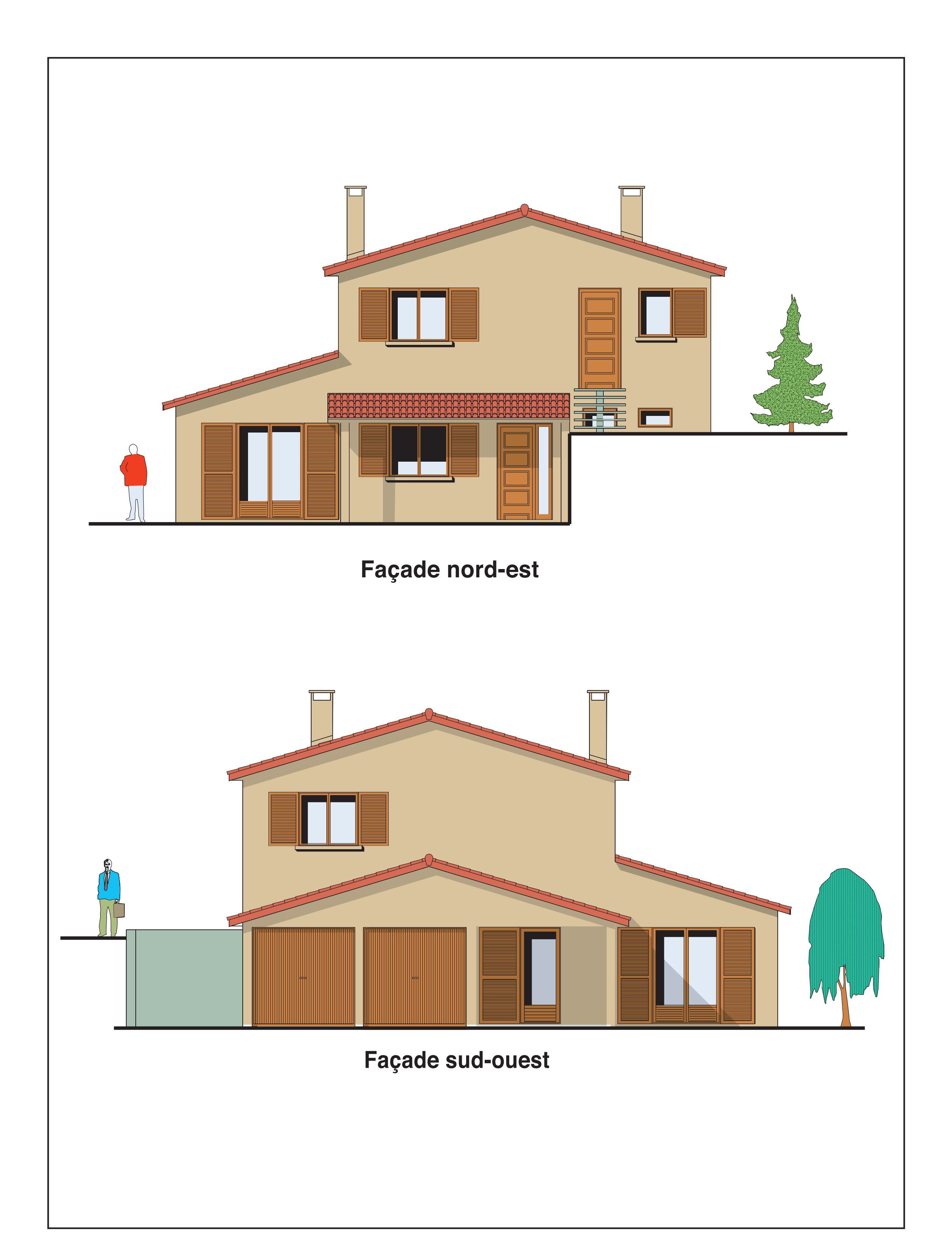
APS				
	Contenu	M	E	B
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
Dessins	Façades (1/100 ou 1/200)	*		
Dessins	Plans d'étages (1/100)	*		
Dessins	Surfaces déterminantes	*		
Pièces	Notice descriptive sommaire des travaux			
Pièces	(ex : murs en béton avec isolation intérieure...)	*		
Pièces	Estimation globale sommaire	*	*	
Pièces	Calendrier général	*		

PERMIS DE CONSTRUIRE				
	Contenu	M	E	B
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
Dessins	Façades (1/100 ou 1/50)	*		
Dessins	Plans et coupes verticales (1/100 ou 1/50)	*		
Dessins	Document d'insertion dans l'environnement	*		
Pièces	Formulaire de demande de permis	*		
Pièces	Notice descriptive sommaire des travaux	*		
Pièces	Notice d'impact visuel du projet	*		
APD				
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
Dessins	Façades (1/100)	*		
Dessins	Plans d'étages et coupes verticales (1/50)	*		
Dessins	Plans des fondations, des structures,			
Dessins	des équipements principaux et des réseaux (1/50)	*		
Pièces	Devis descriptif des ouvrages par corps d'état	*	*	
Pièces	Évaluation détaillée des dépenses fondées			
Pièces	sur les avant-métrés (estimation prévisionnelle)		*	
PROJET				
Dessins	*Plans d'architecture*			
Dessins	Plans de masse et de situation	*		
Dessins	Façades (1/100 ou 1/50)	*		
Dessins	Plans d'étages et coupes verticales (1/50)	*		
Dessins	Plans des fondations, des structures,			
Dessins	des équipements principaux et des réseaux (1/50)	*		
Dessins	Dessins de détails (1/20)			
Dessins	(escaliers, paliers, gaines techniques, décoration...)	*		
Dessins	*Plans d'exécution (PEO)*			
Dessins	Schémas et notes de calculs des ouvrages			*
Dessins	Plans d'exécution utiles à la consultation			
Dessins	(béton-armé, charpente métallique, fluides...)			*
Dessins	Détails d'assemblages, de fabrication, de composants			*
Pièces écrites	*Spécifications Techniques Détaillées (STD)*			
Pièces écrites	CCTP tous corps d'états		*	
Pièces écrites	Devis quantitatifs tous corps d'états		*	
Pièces écrites	Estimation détaillée (DCE prévisionnels)		*	
Pièces écrites	Calendrier général des travaux	*		
DCE				
Dessins	Dessins d'architecture	*		
Dessins	Plans d'exécution des ouvrages (PEO)	*		
Pièces écrites	Règlement Particulier d'Appel d'Offres (RPAO)		*	
Pièces écrites	Modèle d'acte d'engagement		*	
Pièces écrites	CCAP		*	
Pièces écrites	Spécifications Techniques Détaillées (STD)		*	
Pièces écrites	Plan Particulier de Sécurité			
Pièces écrites	et de Protection de la Santé (PPSPS)	*		
Pièces écrites	Plan d'Action Qualité (PAQ)	*		


Commune de St JEAN sur ORON
221
220
222
228
CD 9
223
224
225
226
NATIONALE N° 12
ROUTE
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
401
402
403
Rivière Loron
CD 9
PLAN DE SITUATION
11.50
12.50
12.00
14.10
6.50
N
E.D.F.
CD 9
E.P.
E.U.
PLAN DE MASSE


Façade sud-est
GARAGE
CAVE
CHAUF.
ENTRÉE
CUISINE
SÉJOUR
REPAS
VMC
EP
EU
A
N
Rez de Chaussée


Pente 30 %
+ 5.650
+ 3.050
+ 2.700
Pente 30 %
+ 2.000
- 0,100
+ 0,000
- 0,750
A-A
CH.1
CH.2
STUDIO
Etage



Façade nord-est

Façade sud-ouest

DESCRIPTIF SOMMAIRE

TERRASSEMENTS

Fouilles en pleine masse dans talus pour bâtiment et parking caravane. Fouilles en rigoles de 0,60 x 0,40 sous les murs au niveau - 0,750. Toutes tranchées pour assainissement, canalisations d'eau et d'électricité, et amenée de gaz depuis la limite de propriété. Rebouchage des tranchées et évacuation des terres excédentaires en décharge. Remblaiement contre murs de soutènement.

MAÇONNERIE ET BÉTON ARMÉ

● **Fondations :** Rigoles en gros béton dosé à 250 kg de CPJ-CEMII/B 32,5.

● **Murs extérieurs et de refend :** Blocs creux en béton de gravillons de 0,20 d'épaisseur.

● **Plancher bas du rez-de-ch. :** Corps de dallage en béton de 0,10 sur forme en empierrement en tout-venant de 0,20. Coupure sous dallage par film en polyane de 200 microns. Chape lissée et bouchardée dans garage, chaufferie et cave ; finition lissée pour recevoir un carrelage collé dans partie habitable.

● **Plancher haut du rez-de-ch. :** Plancher 16 + 4 à poutrelles précontraintes et corps creux de 0,16 en béton de gravillons. Dalle de répartition de 0,04.

● **Béton armé :** Longrines de 0,20 x 0,20 à la base de tous les murs du rez-de-chaussée, tous linteaux, chaînages horizontaux et verticaux. Poutres incorporées et retroussées dans le plancher haut du rez-de-chaussée. Escaliers intérieurs droits et extérieurs sur limon central, y compris paliers ; murs de soutènement de 0,22 pour parking caravane.

● **Conduits :** Boisseaux de 0,25 x 0,25 pour chaufferie et cheminée du séjour, sorties de souches avec couvertine.

● **Assainissement :** Drainage périphérique en tuyaux P.V.C. perforés de 120 mm. Regards préfabriqués en béton de 0,40 x 0,40 et de 0,50 x 0,50. Réseaux enterrés EU-EV en canalisations P.V.C. de 150 avec raccordement séparatif à l'égout, y compris traversée du soubassement.

● **Enduits extérieurs :** Dans les parties enterrées et murs de soutènement : Enduit hydrofuge de 2 cm d'épaisseur + protection par écran « Delta MS » ou similaire. Dans les parties extérieures en élévation : Enduit monocouche ocre sur dégrossissage.

● **Appuis de fenêtre :** appuis en béton, débordant en façade avec goutte pendante et rejingot sous menuiseries, dessus en finition lissée avec pente.

CHARPENTE

● Sur étage et garage : Fermettes industrialisées en sapin traité, posées tous les 0,65 m et fixées par équerres sur lisses placées par le maçon dans les chaînages.

● Sur séjour : bastaings de 50 x 150 mm posés tous les 0,60 m formant pannes-chevrons.

● Sur auvent de l'entrée : Poteau 200 x 200 mm scellé sur platine métallique, panne lamellée de 65 x 240 mm, lisse 60 x 80 contre mur et chevrons 60 x 80 mm tous les 0,50 m.

● Planches de rives et bandeaux en planches de 27 mm rabotées, habillage des avant-toits en frisette.

COUVERTURE ZINGERIE

Couverture en tuiles « Romane LD » brunies, fixées sur liteaux 30 x 30 avec écran sous toiture en polyéthylène micro-perforé posé tendu. Gouttières, tuyaux de descente et abergement des souches en cuivre, dauphins en fonte.

MENUISERIE

● **Menuiseries extérieures :** Fenêtre et portes fenêtre avec soubassement en PVC avec vitrage isolant 6-14-4 ; porte d'entrée en PVC, avec oculus et partie vitrée isolante latérale. Volets avec cadre ép. 27 mm et lames persiennes. Portes des garages métalliques peintes à basculement.

● **Menuiseries intérieures :** Blocs portes en bois avec cadre et panneaux post-formés pour les portes de communication et coulissantes pour les placards. Toutes plinthes et couvre-joints.

PLÂTRERIE PEINTURE

● Doublage des murs extérieurs par complexe isolant polystyrène expansé, 100 + 10 mm collés par plots sur murs de façades.

● Cloisons de répartition en plaques de plâtre sur réseau alvéolaire épaisseur 50 mm.

● Plafonnage de l'étage et de la partie rampante du séjour par plaques de plâtre BA13 fixées sur ossature métallique sous charpente.

● Isolation thermique des combles par 300 mm de laine de verre soufflée ; du rampant du séjour par 2 fois 100 mm de laine de verre posés en bandes croisées.

● Enduit plâtre sur les plafonds du rez de chaussée et sur murs intérieurs non doublés. Toutes peintures intérieures et extérieures.

CHAUFFAGE

● Installation à eau chaude fonctionnant au gaz avec réseau basse température comprenant : chaudière murale, plancher chauffant avec tuyau en PER inclus dans chape béton d'ép. 80 mm sur isolant pour les pièces du rez de chaussée, radiateurs à l'étage. Production de l'eau chaude sanitaire par la chaudière.

PLOMBERIE

● Appareils en céramique de couleur blanche. Alimentations en tube cuivre. Vidanges, chutes et ventilations en P.V.C.

● Raccordement au compteur par tube P.E.R. de 27 mm.

ÉLECTRICITÉ

● Installation conforme aux normes « Promotelec » exécutée suivant les dessins du dossier électricité.

● VMC simple flux, compris centrale d'aspiration, conduits inox, bouches hygro-réglables et ventilations en toiture.

SOLS

● Carreaux 30 x 30 cm collés sur ragréage dans toutes les pièces et escaliers, sauf moquette dans les chambres.

SERRURERIE

● Grilles de défense pour châssis de la chaufferie et du W.C. Garde-corps pour escalier extérieur et parking.

Planning des travaux

Villa de M. Bert à Saint-Jean d'Oron

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
1. Maçonnerie											
Gros-œuvre											
Intérieur											
Canalisations											
Enduits											
Branchements											
2. Charpente											
3. Couverture – Zinguerie											
4. Menuiserie											
Menuiseries extérieures											
Portes											
Volets											
Menuiseries intérieures											
5. Plâtrerie – Peinture											
Plâtrerie											
Peinture											
6. Plomberie											
7. Chauffage											
8. Électricité											
9. Sols											
10. Serrurerie											

4 Présentation des dessins

4.1 Les formats

La présentation des dessins doit dans la mesure du possible être unifiée afin d'en faciliter la consultation, le classement et l'expédition. Pour ce faire, on doit adopter comme format de pliage 210 3 297 (format A4). Il est conseillé chaque fois que cela est possible d'utiliser les formats normalisés. Ces formats se déduisent les uns des autres à partir du format de pliage en multipliant par deux la plus petite des deux dimensions.

- Format A4 = 210 x 297.
- Format A3 = 297 x 420.
- Format A2 = 420 x 594.
- Format A1 = 594 x 840.
- Format A0 = 840 x 1 188. (1m²)

Le pliage des dessins s'effectue en général selon le principe de pliage des cartes routières.

Prévoir une marge de 10 mm tout autour de la feuille.

A1
A0
A3
A2
A4

4.2 Le cartouche

On appelle cartouche l'emplacement réservé dans un angle du dessin dans lequel figurent tous les renseignements relatifs à l'affaire.

- Désignation et adresse de la construction.
- Nom et adresse du propriétaire (maître d'ouvrage).
- Fonction des dessins (APD, DCE, PEO).
- Désignation des dessins (façades, plans, coupes…).
- Nom et adresse de l'architecte (maître d'œuvre) et des principaux intervenants (bureau de contrôle, BET…).
- Date du dessin.
- La ou les échelles.
- Emplacement pour les modifications.
- Numéro de classement.



REMARQUES :

- Lorsque le dessin nécessite l'établissement d'une nomenclature, celle-ci sera exécutée au-dessus du cartouche.
- Pour les dessins de grandes dimensions le cartouche occupera de préférence la totalité d'un format A4.
- Le cartouche doit rester apparent après le pliage.

4.3 Les traits NF P 02-001

Traits	Désignation	Utilisations
	Continu renforcé	Contours des sections
	Continu fort	Contours vus, arêtes vues
	Continu fin	Lignes d'attache et de cotes, hachures, constructions, arêtes fictives vues, axes simplifiés, contour de sections rabattues, contours vus pour l'architecture
	Continu fin à main levée Continu fin avec zigzags	Limites de vues, ou coupes partielles, ou interrompues, si ces limites ne sont pas des axes.
	Interrompu fin Interrompu fort	Contours cachés, arêtes cachées (N'utiliser qu'un type de trait sur le même dessin)
	Mixte fin	Axes de révolution, traces de plans de symétries, trajectoires, fibres moyennes
	Mixte fort	Traces de plans de référence, indication de lignes ou surfaces particulières
	Mixte fin avec éléments forts	Traces de plans de coupes
	Mixte fin à deux tirets	Parties situées en avant du plan de coupe, contours des éléments voisins, positions intermédiaires et extrêmes des éléments mobiles, demi-rabattement

4.4 Conseils pratiques

- Un trait mixte se commence et se termine par un élément long.
- Dans un trait interrompu, l'intervalle est environ la moitié du tiret.
- Les traits interrompus doivent toujours se toucher dans les angles.

Mauvais	Bon

4.5 Épaisseur des traits

L'épaisseur des traits est essentiellement fonction de l'échelle et de la densité du dessin. Pour le travail à l'encre, on utilisera de préférence :

- Trait renforcé : plume 0,7 ou 1.
- Trait fort : plume 0,35 ou 0,5.
- Trait fin : plume 0,13 ou 0,18.

5 Écritures

5.1 Considérations générales

Les formes et les dimensions des caractères utilisés pour les dessins techniques sont normalisées. Le but de cette normalisation est d'assurer la lisibilité, l'homogénéité et la reproductibilité des caractères. On utilise pour écrire des plumes tubulaires. Dans la plupart des dessins d'exécution, l'écriture est effectuée à main levée ; pour les dossiers de présentation, on utilise le trace-lettres.

Pour les dessins d'architecture où l'aspect artistique est important, on fait une très large utilisation de caractères stylisés. Les logiciels de DAO autorisent un large choix de polices de caractères. Ces produits sont utilisés par les architectes et les bureaux d'études.

5.2 Écriture normalisée NF E 04-505

5.21 Forme des caractères

ABCDEFGHIJKLMNOPQR
STUVWXYZ ÉÀÏÎÇÛŒ
abcdefghijklmnopqrst
uvwxyz éàïîçûœ
0123456789 [(!?√%&)]

5.22 Conseils d'exécution

Espacement des mots

Entre deux mots consécutifs, on doit pouvoir tracer au minimum un cercle de diamètre h.

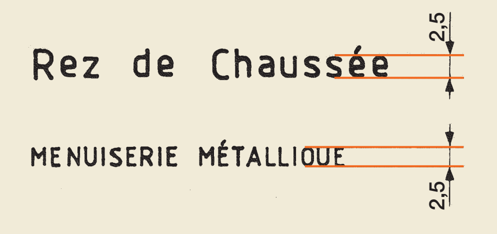


Accents

- Le I et le J majuscules ne prennent pas de point.
- S'il n'y a pas de risque d'ambiguïté, les accents peuvent ne pas être mis sur les majuscules.

REMARQUES :

- Bien espacer les mots et serrer régulièrement les lettres.
- Utiliser des hauteurs de caractères compatibles avec l'échelle du dessin.
- La hauteur des minuscules ne doit pas être inférieure à 2,5 mm.

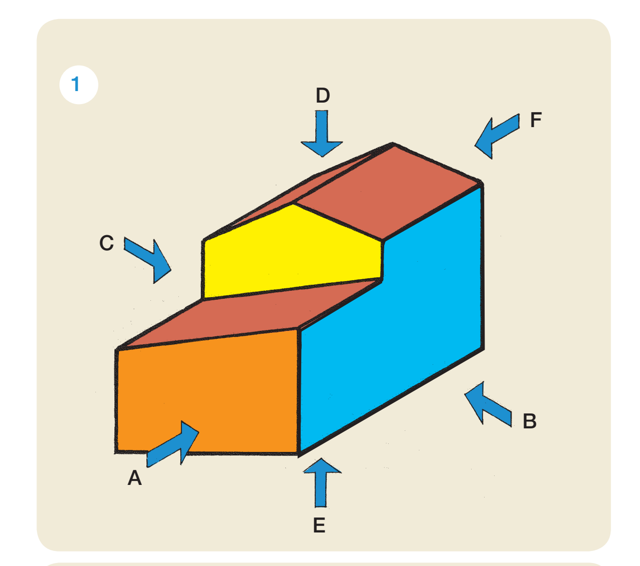


6 Représentation orthogonale

En dessin technique, toute pièce ou ouvrage est représenté par des vues permettant d'en définir avec fidélité les formes et les dimensions.

6.1 Principe d'obtention des vues

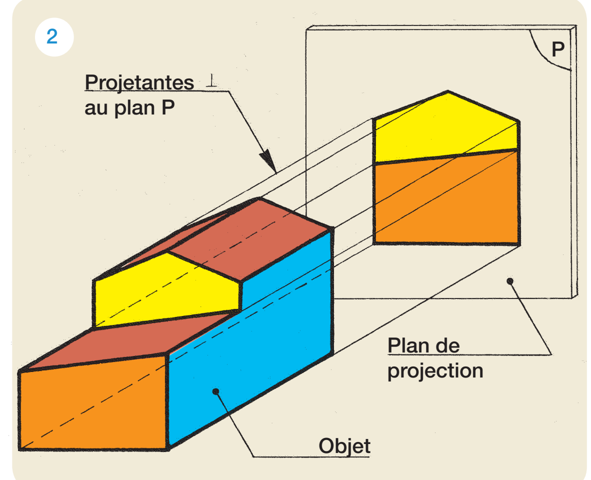
Soit à représenter par ses différentes vues l'objet de la figure 1. Cet objet possède six faces; nous pouvons donc dessiner six vues.





6.2 Qu'est-ce qu'une vue ?

On appelle vue une projection orthogonale de l'objet sur un plan parallèle à ses faces (fig. 2).

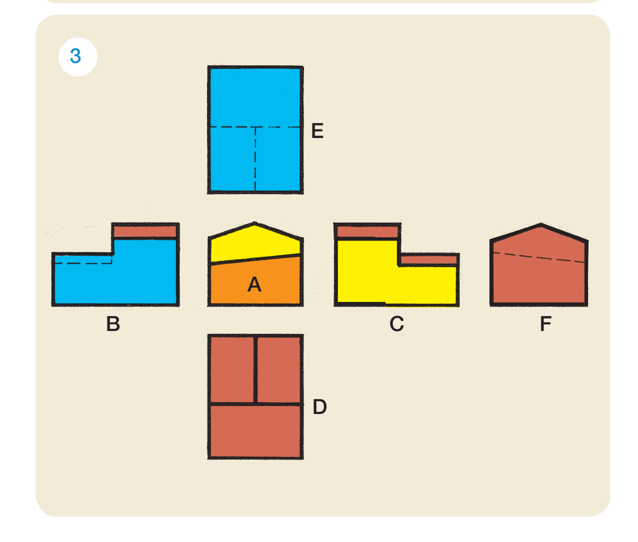


6.3 Disposition des vues

Choisir une face que l'on appellera vue de face (désignée par la lettre A sur la figure 1). Les autres vues compte tenu de la position de l'observateur s'appelleront respectivement :

B = vue de droite.
C = vue de gauche.
D = vue de dessus.
E = vue de dessous,
F = vue de derrière.

La vue de face étant dessinée, on fait pivoter l'objet de 90° vers la gauche et l'on obtient la **vue de droite**. Si l'on fait pivoter l'objet de 90° vers la droite on obtient la **vue de gauche**. En le faisant pivoter à nouveau de 90° vers le bas, on oblient la vue de dessus. On procède de la même manière pour les autres vues et l'on obtient la disposition conventionnelle (fig. 3) telle qu'elle doit être respectée dans tous les dessins.



RÈGLE :

- Les arêtes vues se dessinent en **trait continu fort**.
- Les arêtes cachées se dessinent en **trait interrompu fin**.

6.4 Choix des vues

L'objet doit être défini complètement avec le minimum de vues. On dessinera donc les vues les plus représentatives et comportant le moins d'arêtes cachées.
On retiendra dans notre exemple les vues A, C et D.
Remarque :
On veillera à bien respecter la correspondance existant entre les différentes vues. Ces correspondances ont été dessinées en traits fins sur la figure 4.

L'emplacement des vues étant invariable par rapport à la vue de face, il est inutile d'inscrire leur nom.

6.5 Méthode d'exécution

Respecter dans l'exécution des dessins l'ordre suivant :

1° Mise en page
Disposer les vues en ménageant entre elles des intervalles réguliers.

2° Esquisse
Dessiner en trait fin et à la mine dure (2 H sur papier et 5 H sur calque) les différentes lignes du dessin.

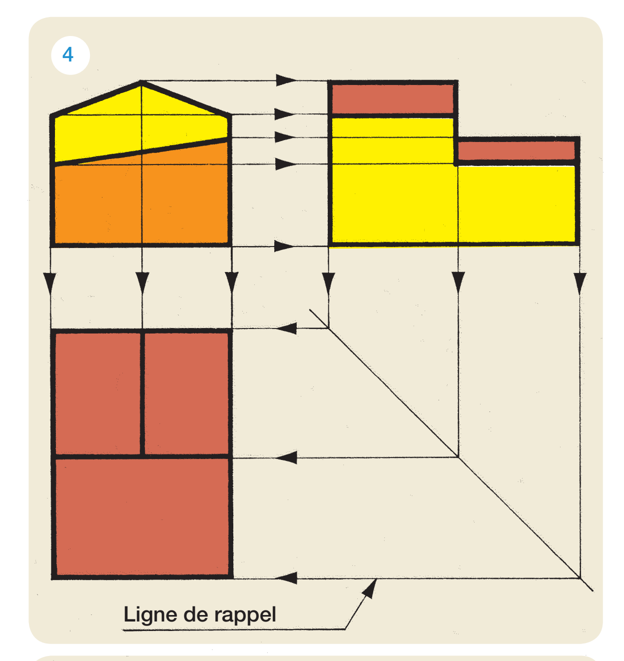
3° Mise au net
Repasser les différents traits en leur donnant l'épaisseur qu'il convient. On commence en général par les horizontales, puis les verticales et enfin les obliques. Exécuter en dernier les flèches de cotes et les écritures.

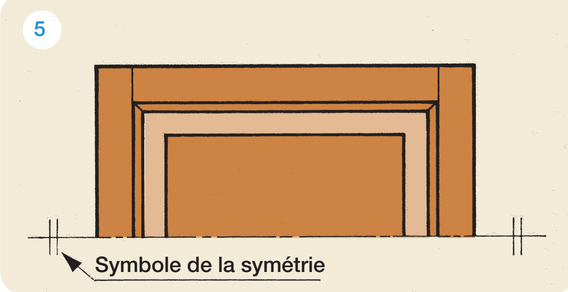
REMARQUE :
Pour une meilleure lisibilité du dessin, il est conseillé de dessiner les traits interrompus plus fins que les traits continus.

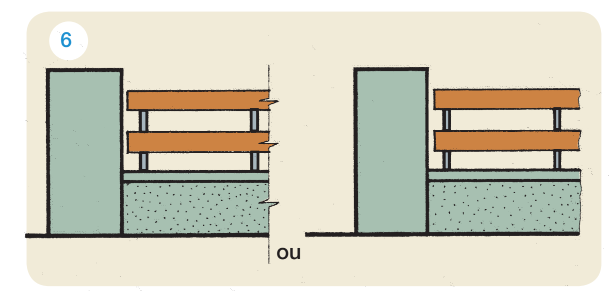
6.6 Vues particulières

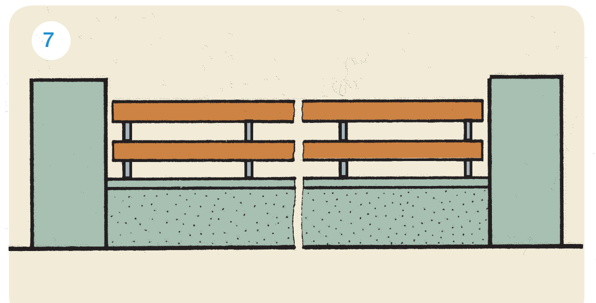
Lorsque dans une vue seules certaines parties sont utiles à la définition de l'ouvrage, on peut limiter la représentation aux seules parties intéressantes. On obtient alors :

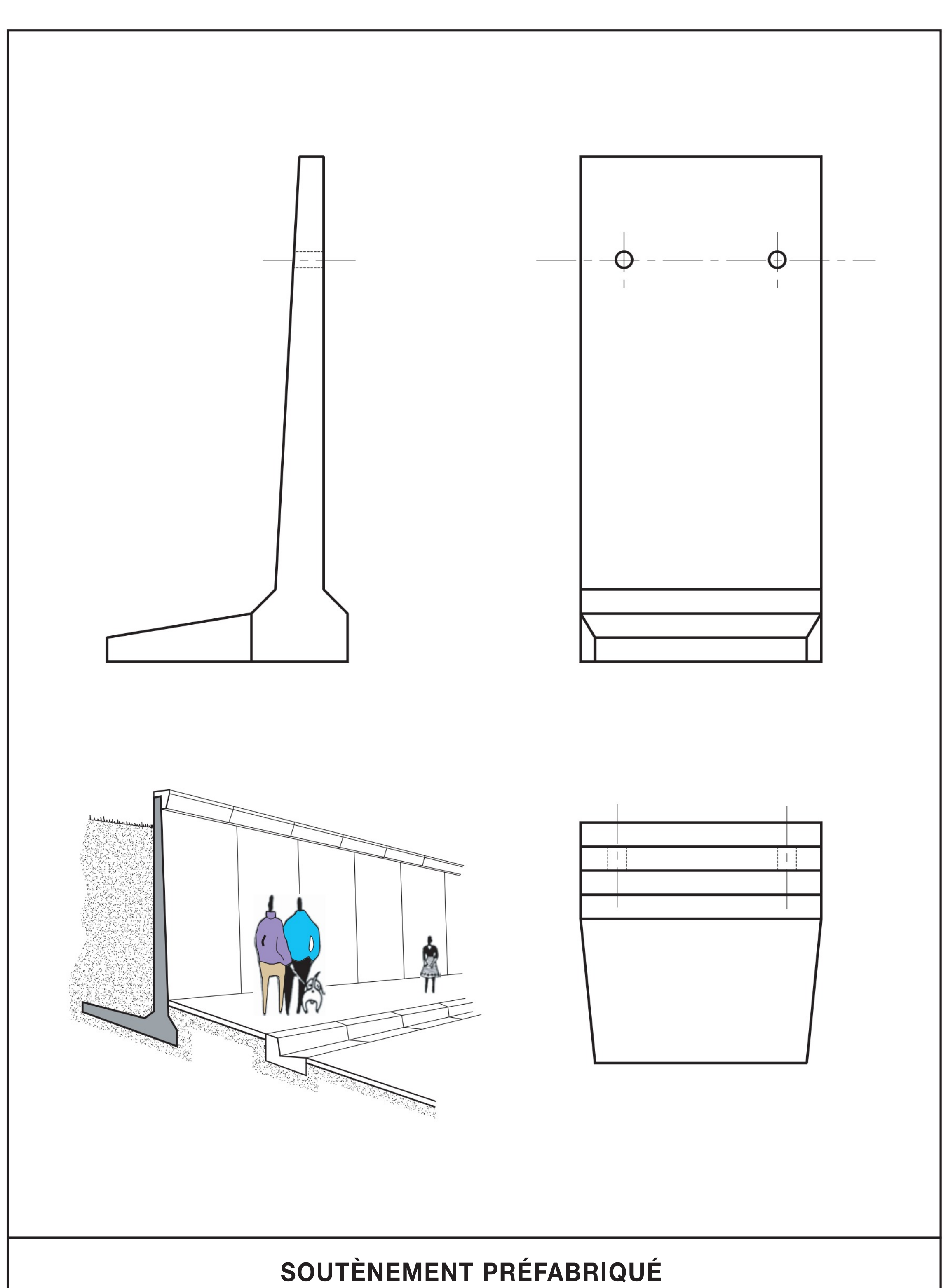
- Une demi-vue si celle-ci est limitée à l'axe de symétrie (fig. 5).
- Une vue partielle si celle-ci est interrompue à un endroit quelconque (fig, 6).
- Une vue interrompue si on enlève la partie centrale de l'objet et que l'on rapproche les parties conservées (fig, 7).
- La limitation des vues partielles ou interrompues peut se faire à l'aide d'un trait fin exécuté à main levée, ou à l'aide d'un trait continu fin en zigzag exécuté aux instruments.











SOUTÈNEMENT PRÉFABRIQUÉ

7 Coupes

NF P 02-001

7.1 But

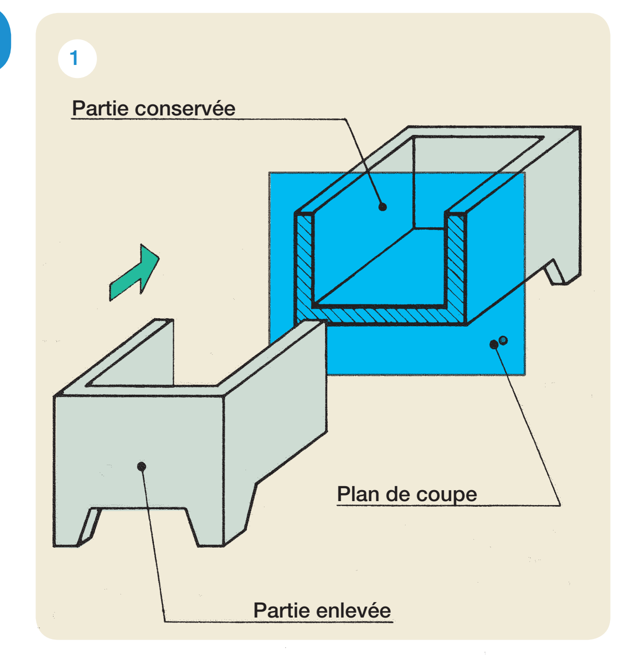
Les coupes permettent de montrer les détails intérieurs d'un ouvrage afin d'en faciliter la compréhension et la cotation.

7.2 Définition

Une coupe représente les parties d'objet situées dans et en arrière du plan sécant.

7.3 Principe

- Supposer la pièce coupée par un plan parallèle à l'une de ses faces (fig. 1).
- Enlever par la pensée la partie se trouvant située en avant du plan de coupe.
- Dessiner la partie se trouvant en arrière du plan de coupe.
- Hachurer les parties coupées suivant les indications du chapitre 9.



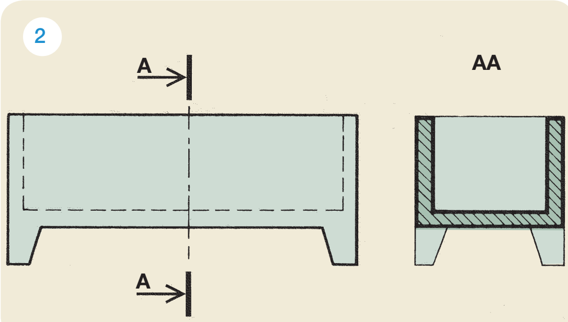
7.4 Représentation

7.41 Traits utilisés

- Les contours des parties coupées se dessinent en trait renforcé.
- Les parties vues, situées en arrière du plan de coupe se dessinent en trait fort (fig. 3).

REMARQUE :

Les joints entre deux couches de matériaux ou deux pièces assemblées peuvent être dessinés en trait fin de manière à alléger le dessin.

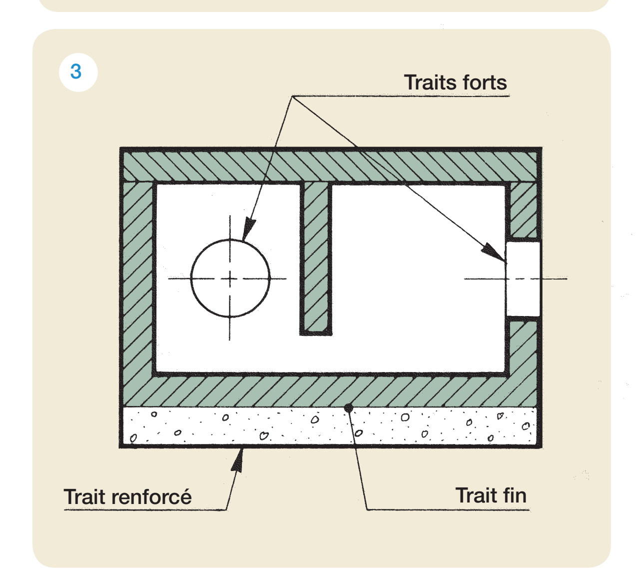


7.42 Repérage

- Repérer le plan de coupe par un trait mixte fin renforcé aux deux extrémités (fig. 2).
- Indiquer le sens d'observation par deux flèches s'appuyant au milieu des traits forts.
- Désigner le plan de coupe par la même lettre majuscule inscrite à côté des flèches.
- Inscrire le nom de la coupe sur le dessin.

REMARQUE :

Dessiner les coupes en correspondance avec les vues où elles sont repérées.



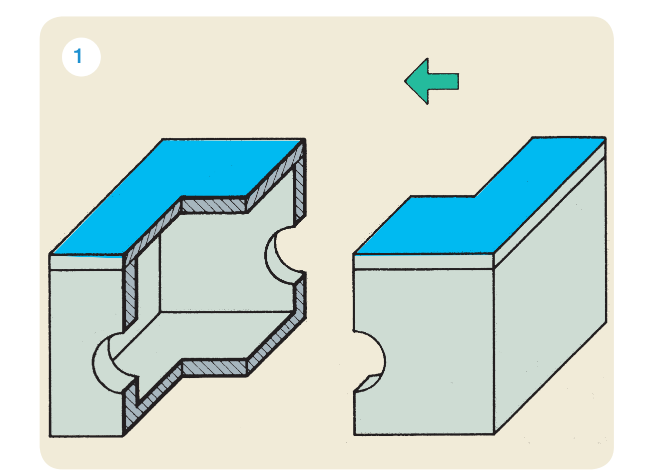
7.5 Coupes particulières

7.51 Coupes brisées à plans parallèles

Cette coupe est très utilisée dans les dessins d'architecture et de gros œuvre ; elle permet de montrer sur un seul dessin des détails qui nécessiteraient plusieurs coupes simples (fig. 1).

REMARQUES :

- La trace du plan de coupe est renforcée à chaque changement de direction (fig. 2).
- Repérer, sur la coupe, la brisure du plan sécant par un trait mixte fin.

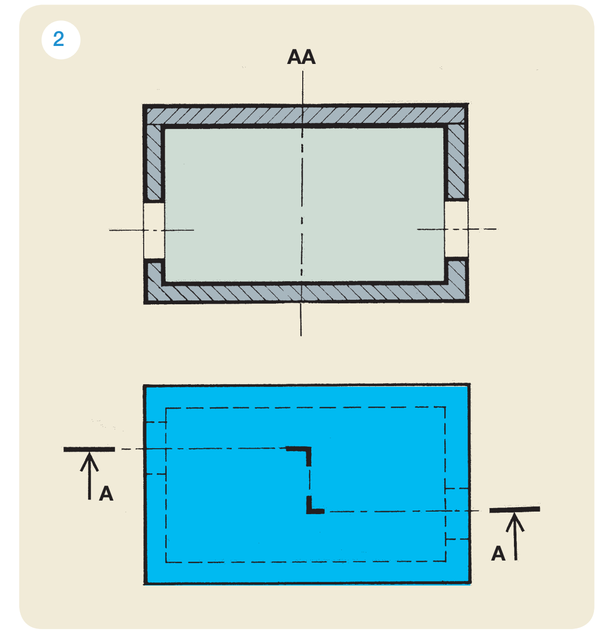


7.52 Coupes brisées à plans sécants

Ce type de coupe est peu utilisé dans les dessins de bâtiment, il permet cependant de faciliter la représentation de certaines pièces de raccord utilisées dans les installations sanitaires et thermiques.

REMARQUES :

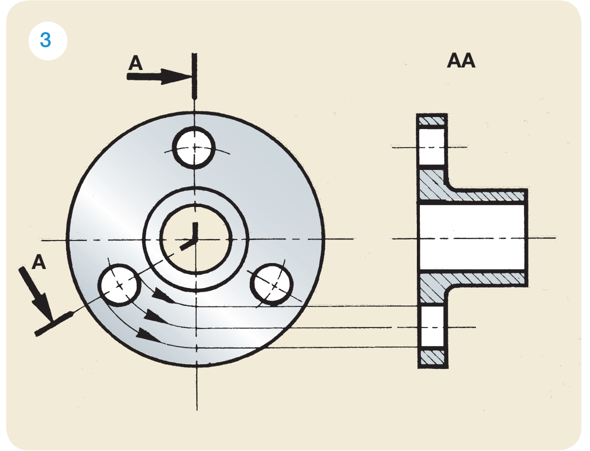
- La brisure du plan de coupe est dessinée en trait fort.
- On fait pivoter toutes les parties situées dans le plan de coupe oblique avant de les dessiner. Cette rotation s'effectue généralement au compas (fig 3).
- Si la pièce coupée est une pièce mécanique, on utilisera les conventions du dessin mécanique ; c'est-à-dire que toutes les arêtes vues dans la coupe sont dessinées en trait fort (fig. 3).



Les coupes brisées se désignent comme les coupes simples.

7.53 Pièce symétrique

Si une pièce possède un axe de symétrie, on convient de représenter sur la même vue une moitié de la pièce en coupe et l'autre en vue extérieure.



7.6 Remarques communes à toutes les coupes

- Le trait mixte fin figurant le plan de coupe peut être supprimé s'il nuit à la clarté du dessin.
- Ne pas dessiner les arêtes cachées si elles n'apportent rien à la compréhension de l'ouvrage.

8 Sections

8.1 Définition

On appelle section une coupe dont la représentation est limitée aux seuls détails situés dans le plan sécant.

On distingue les « sections sorties » dessinées à l'extérieur des vues et les « sections rabattues » dessinées en superposition des vues.

8.2 Utilisation

Les sections permettent de montrer certaines formes ou parties d'ouvrage de façon plus rapide et plus claire qu'au moyen d'une coupe. Les sections sont bien adaptées à la représentation des profilés et sont, de ce fait, très utilisées dans les dessins de menuiserie et de charpente métallique.

8.3 Sections sorties

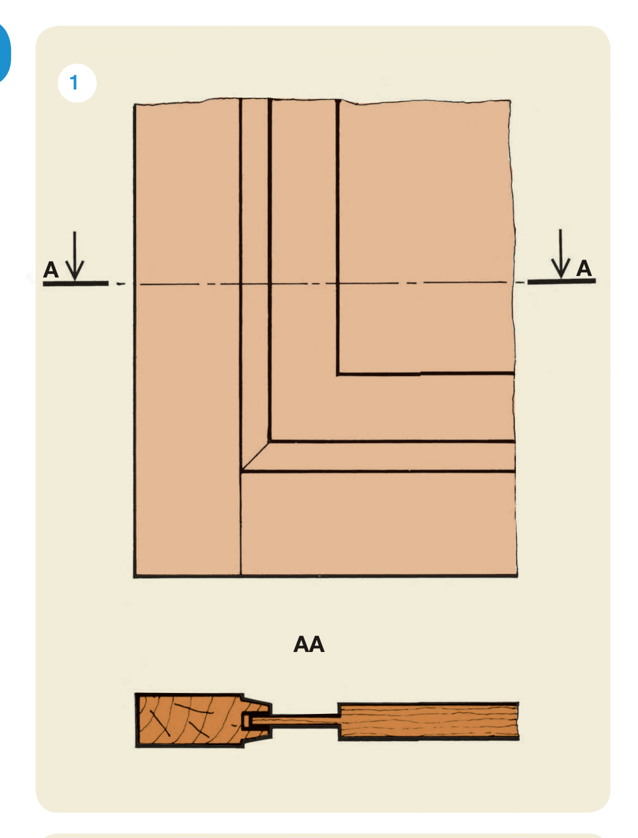
- Le repérage et la désignation du plan coupant la pièce est analogue à celui des coupes.
- Les contours sont dessinés en trait renforcé.
- Hachurer les sections suivant les indications du chapitre 9.
- Contrairement aux coupes, les sections sorties peuvent ne pas être dessinées en correspondance avec les vues où elles sont repérées (fig. 1).

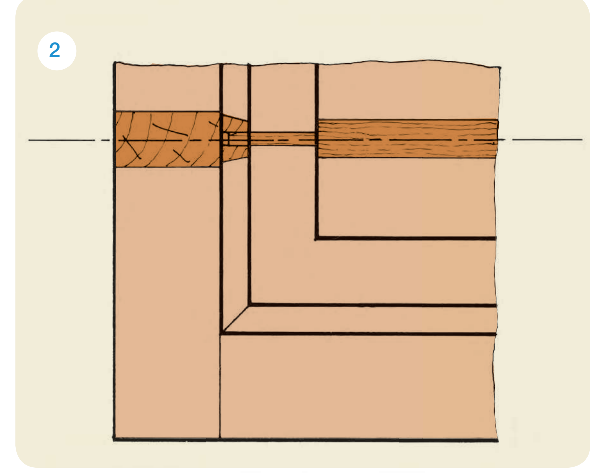
8.4 Sections rabattues

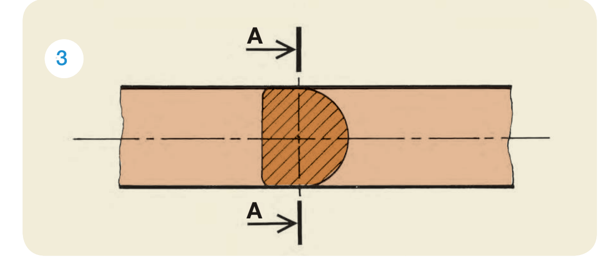
- Repérer le plan sécant comme pour une coupe.
- N'indiquer le sens d'observation par des flèches que s'il peut y avoir confusion (fig. 3 : main courante)).
- Ne pas mettre de lettres.
- Faire pivoter de 90° le plan coupant la pièce pour l'amener dans le plan du dessin (fig. 2).
- Dessiner le contour de la section en trait fin.
- Hachurer la section (voir chapitre 9).

REMARQUE :

Ne pas abuser de l'utilisalion des sections rabattues ; leur préférer, lorsque cela est possible, les sections sorties qui laissent un dessin plus net.







9 Hachures

9.1 But

Les hachures sont utilisées pour mettre en évidence les parties coupées dans une coupe ou une section.

9.2 Exécution des hachures

- **Inclinaison des hachures**

Les hachures s'exécutent en traits fins régulièrement espacés (de 1,5 à 5 mm suivant l'importance des parties à hachurer).

Les hachures doivent de préférence être inclinées à 45° par rapport aux faces principales de la pièce (fig. 1 et 2).

- **Orientation des hachures**

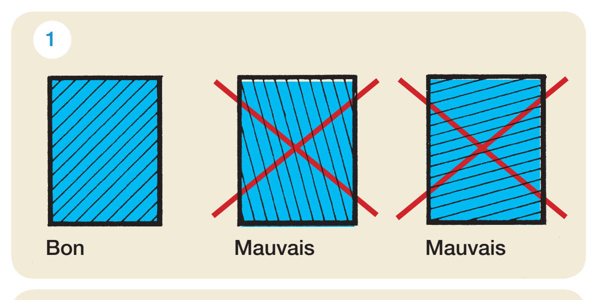
On doit changer l'orientation des hachures de deux pièces accolées (fig. 3).

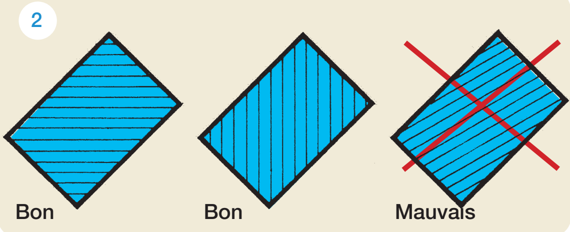
- **Dessins à petite échelle**

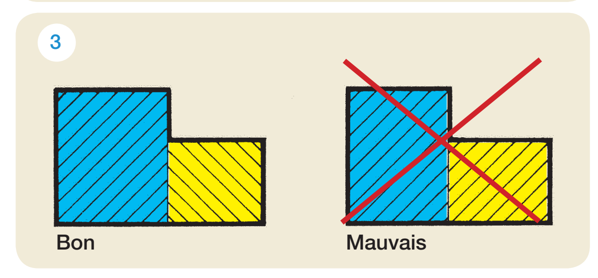
Dans les dessins à petite échelle ou pour les pièces de faible épaisseur, on remplace les hachures par un pochage au crayon ou à l'encre le Chine. On doit, dans ce cas, ménager un léger blanc entre les pièces contiguës (fig. 4).

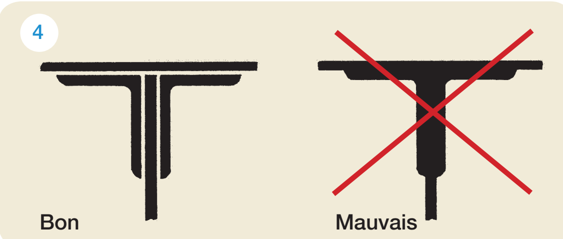
- **Dessins à grande échelle**

Dans les dessins à grande échelle (1/20 ; 1/10 ; 1/2), on peut remplacer les hachures à 45° par les hachures conventionnelles propres aux différents matériaux (voir tableau ci-dessous).

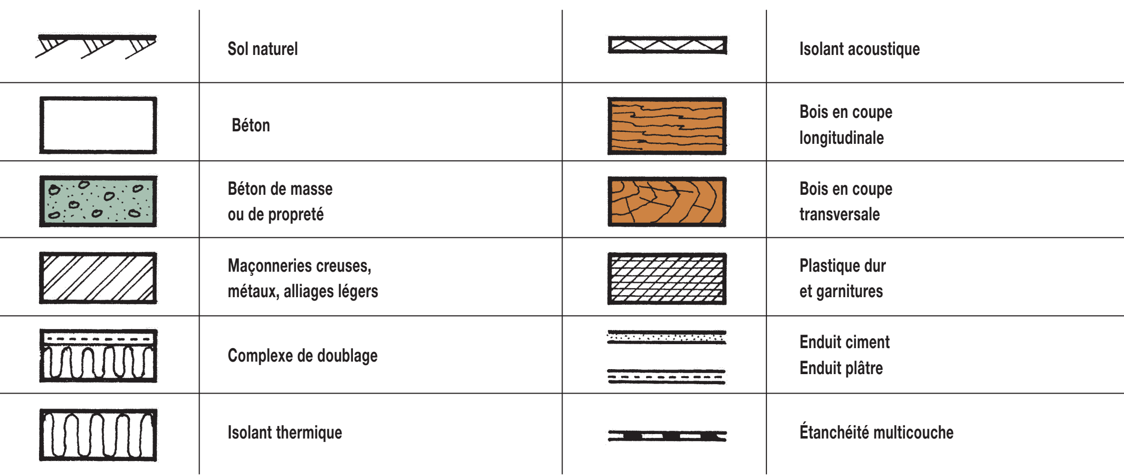








9.3 Hachures conventionnelles* NF P 02-001



	Sol naturel		Isolant acoustique
	Béton		Bois en coupe longitudinale
	Béton de masse ou de propreté		Bois en coupe transversale
	Maçonneries creuses, métaux, alliages légers		Plastique dur et garnitures
	Complexe de doublage		Enduit ciment Enduit plâtre
	Isolant thermique		Étanchéité multicouche

* On pourra utiliser si nécessaire d'autres hachures, mais le dessin devra obligatoirement comporter une légende.

10 Perspectives

Les perspectives permettent de donner une représentation plus concrète (aspect 3D) des objets dessinés. C'est un complément visuel intéressant aux vues traditionnelles.
Il existe trois familles de perspectives :

- Les perspectives cavalières (fig. 1a).
- Les perspectives axonométriques (fig. 1b).
- Les perspectives coniques (fig. 1c).

10.1 Perspectives cavalières

C'est la perspective dont l'exécution est la plus simple ; elle convient très bien aux dessins rapides et aux croquis, mais elle déforme sensiblement l'objet dessiné.

10.11 Principe

- Choisir une face frontale de l'objet et la dessiner en vraie grandeur.
- Toutes les arêtes non frontales se dessinent suivant des fuyantes inclinées d'un même angle α (fig. 2) et leurs dimensions sont réduites dans un même rapport appelé « coefficient de réduction ».

Les valeurs généralement utilisées sont les suivantes :

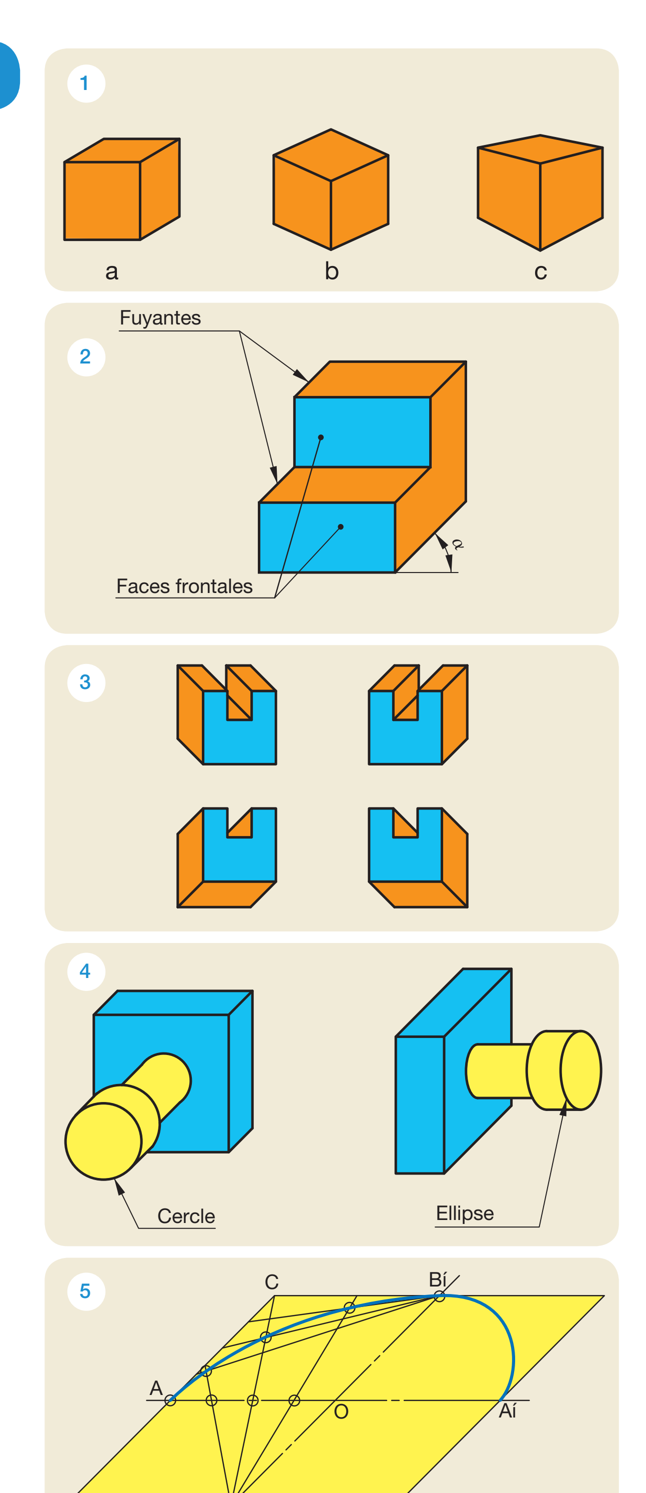
Angle des fuyantes : α = 45°
Coefficient de réduction : R = 0,5

10.12 Conseils pratiques

- Choisir comme face frontale le côté de l'objet le plus représentatif.
- Choisir judicieusement l'orientation des fuyantes, car on peut avec une même face frontale obtenir quatre images de l'objet (fig. 3).
- Éviter de placer des formes cylindriques sur les faces latérales afin d'éviter le tracé d'ellipses. Dans la figure 4, la solution de gauche est préférable à celle de droite.

La figure 5 montre comment tracer une ellipse à partir d'un parallèlogramme :

1° Diviser OA en parties égales (4 au minimum).
2° Diviser AC en un même nombre de parties égales.
3° Joindre les divisions de OA au point B et les divisions de AC au point B'.
4° L'intersection des segments issus de B et de B' sont des points de l'ellipse.
Procéder de même pour les autres quarts.



10.2 Perspectives axonométriques

Elles sont obtenues en projetant l'objet orthogonalement sur un plan oblique par rapport à ses faces principales (fig. 1).

Il en résulte que les fuyantes vont avoir des inclinaisons différentes et qu'aucune des dimensions (a, b, c) de l'objet n'est en vraie grandeur.

Il existe trois sortes de perspectives axonométriques :

- La perspective ISOMÉTRIQUE si $\alpha = \beta = \gamma$.
- La perspective DIMÉTRIQUE si $\alpha = \beta \neq \gamma$.
- La perspective TRIMÉTRIQUE si $\alpha \neq \beta \neq \gamma$.

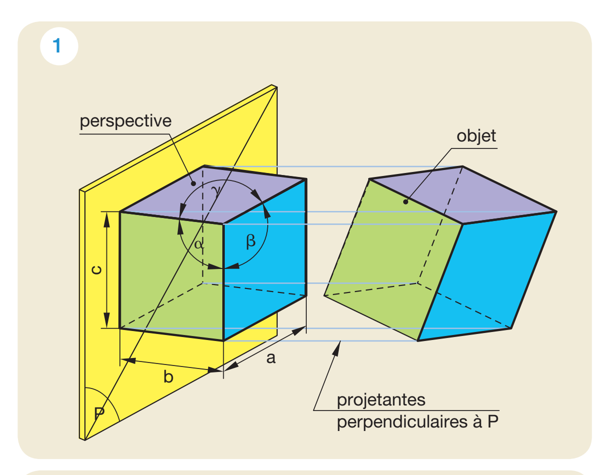
La perspective **ISOMÉTRIQUE** dont l'exécution est la plus commode est la plus utilisée, en particulier pour :

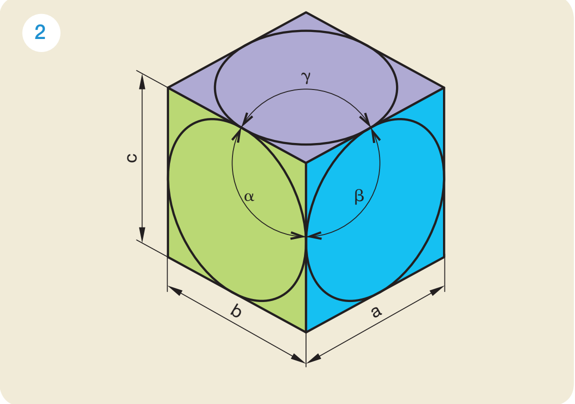
- Les dessins de mobilier et d'agencement (exemple 1).
- Les notices de montage des meubles en kit.
- Les schémas de canalisations en plomberie, chauffage ou tuyauterie industrielle (voir chapitre 26).

Coefficient de réduction identique sur a, b, c :
R = 0,82
$\alpha = \beta = \gamma = 120°$

REMARQUE :

Pratiquement, on prend toujours le coefficient de réduction **R = 1**.

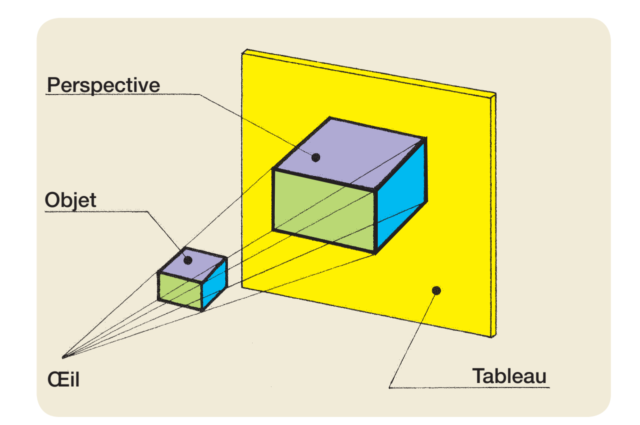




Exemple 1

10.3 Perspective conique

C'est la perspective qui donne l'image la plus réelle, mais son exécution est très délicate. La perspective conique est essentiellement utilisée en architecture et pour les catalogues publicitaires.

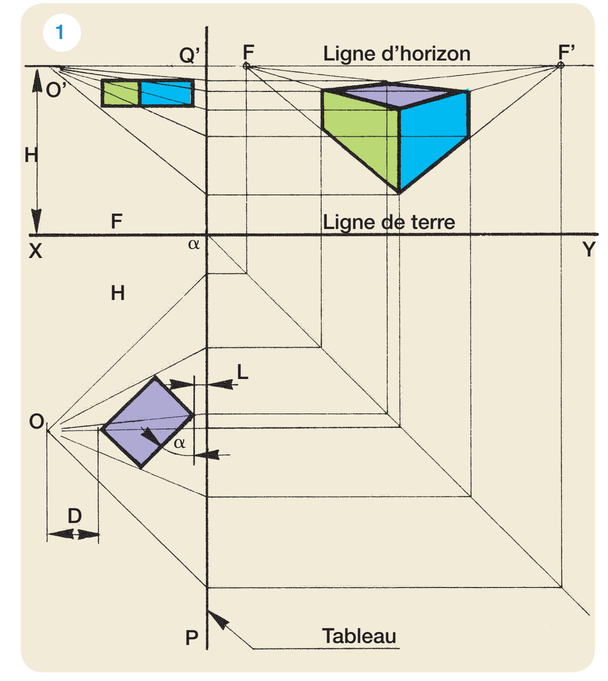


10.31 Principe (fig. 1)

1° Disposer les projections horizontales (H) et frontales (F) de l'objet.
2° Disposer l'œil (0) et le tableau (P a Q').
3° Tracer à partir de 0 les rayons visuels sur les deux projections.
4° Rabattre le plan du tableau (P a Q') dans le plan frontal.

REMARQUES :

- La droite horizontale passant par l'œil s'appelle « ligne d'horizon ».
- La droite X Y s'appelle « ligne de terre ».
- Toutes les séries de droites horizontales concourent vers des points situés sur la ligne d'horizon et appelés « points de fuite » (F et F').



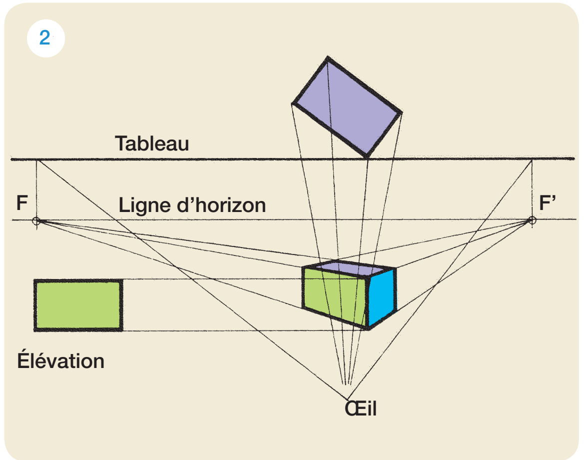
10.32 Paramètres d'exécution

Les paramètres permettant l'établissement de la perspective sont les suivants :

- position du point de vue (cotes D et H),
- l'angle que fait l'objet avec le tableau (a),
- la distance de l'objet au tableau (L).

10.33 Méthode pratique (fig. 2)

1° Dessiner la projection horizontale de l'objet.
2° Placer le tableau contre la verticale de l'objet la plus proche de l'œil. Cette verticale sera de la sorte en vraie grandeur sur la perspective.
3° Placer l'œil.
4° Dessiner l'élévation à côté de l'emplacement de la perspective.
5° Tracer la ligne d'horizon à la hauteur choisie.
6° Déterminer les points de fuite ; pour cela, tracer à partir de l'œil les parallèles aux deux faces avant de l'objet jusqu'à ce qu'elles rencontrent le tableau, puis les rappeler sur la ligne d'horizon.
7° Exécuter la perspective.

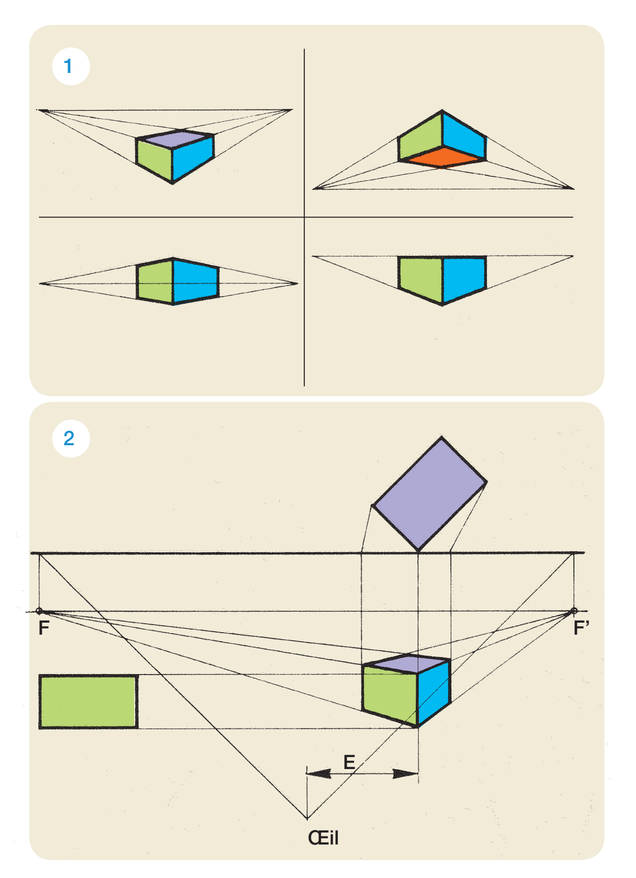


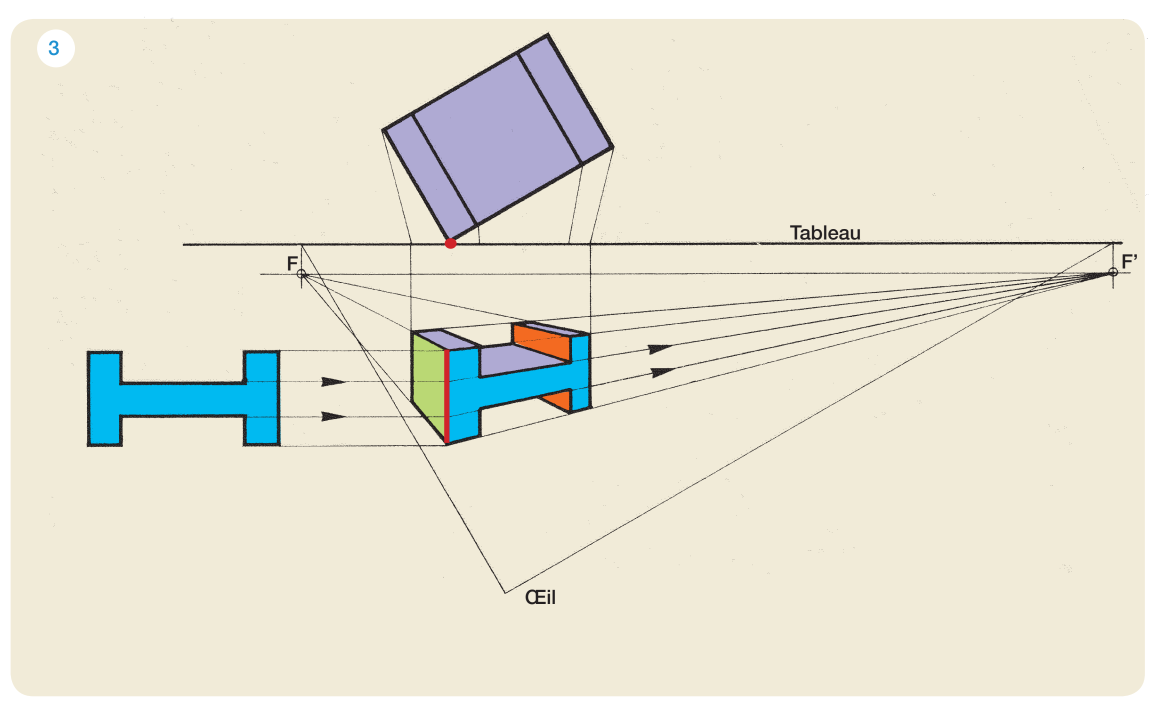
10.34 Conseils pratiques

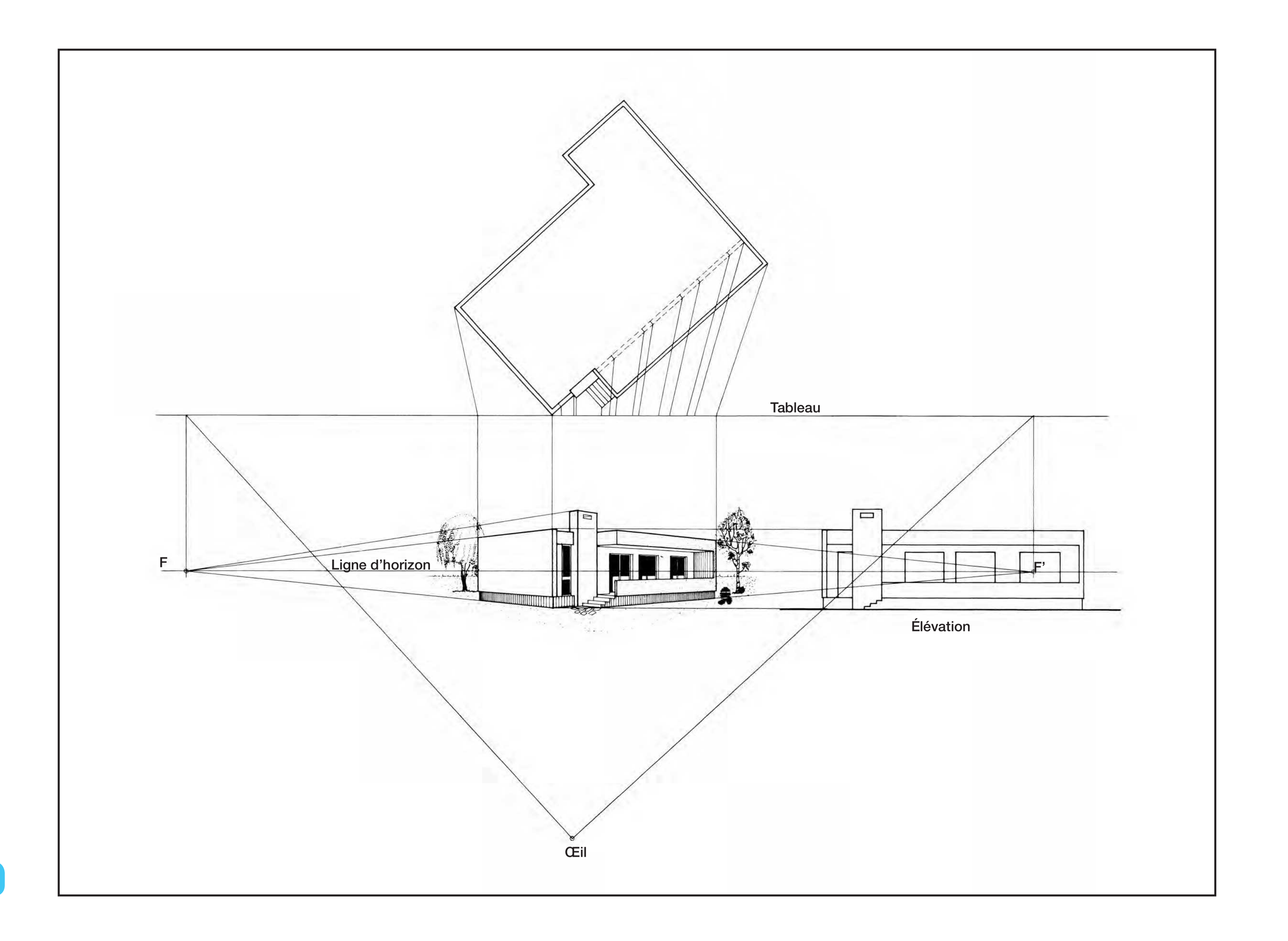
La position de la ligne d'horizon a une grande influence sur l'aspect de la perspective. La figure 1 montre les différentes images que l'on peut obtenir d'un même objet en faisant varier la hauteur de l'œil.

Pour les perspectives de bâtiments, on place habituellement la ligne d'horizon à 1,50 m au-dessus du sol, cela correspond à la hauteur des yeux d'une personne debout (voir exemple page suivante). Il faut savoir que déplacer exagérément la ligne d'horizon vers le haut donnera un effet d'écrasement et qu'inversement, la situer trop près du sol accentuera l'élancement du bâtiment. On peut évidemment utiliser ces artifices si l'on recherche un effet particulier.

- Ne pas trop excentrer l'œil par rapport à l'objet : cela risque de privilégier une face par rapport aux autres. Dans la figure 2, la plus petite face de l'objet apparaît comme étant la plus grande sur la perspective.
- Afin d'éviter des déformations importantes, éloigner l'œil d'au-moins deux à trois fois la plus grande dimension de l'objet.
- Pour tracer les hauteurs sur les faces, toujours passer par la droite en vraie grandeur (fig. 3) puis joindre les points de fuite.






Tableau
F
Ligne d'horizon
F'
Élévation
Œil

11 Exécution graphique de la cotation

La cotation des bâtiments est un problème complexe qui sera abordé dans la partie relative aux dessins spécialisés. Le présent chapitre a pour but de présenter les différents éléments graphiques utilisés pour la cotation d'un dessin et la manière de s'en servir.

11.1 Les éléments de la cotation

11.11 Lignes d'attache (ou de rappel)

Ce sont des traits fins perpendiculaires à la longueur à coter ; les lignes d'attache dépassent de 1 à 2 mm les lignes de cotes. Les lignes d'attache peuvent être interrompues avant l'objet afin d'améliorer la clarté des dessins (voir chapitre 2).

11.12 Lignes de cotes

Ce sont des traits fins parallèles à la longueur à coter. Les lignes de cotes sont espacées de 7 à 10 mm du dessin, elles peuvent l'être davantage si la lisibilité du dessin le demande (fig. 1).

11.13 Extrémités des lignes de cotes

Trois sortes de symboles peuvent être utilisés aux extrémités :

Flèches de cotes

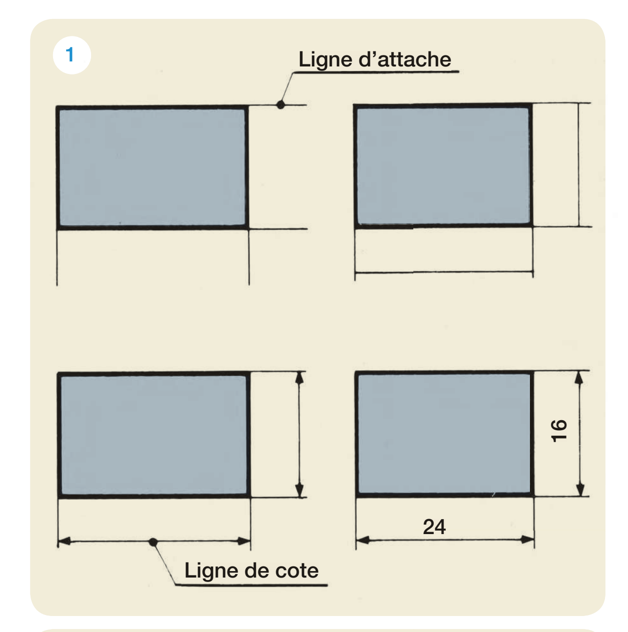
- Elles se dessinent en traits forts ; les branches font un angle de 30 à 45° et ont une longueur de 3 à 4 mm (fig. 2).
- Deux flèches consécutives sont toujours opposées (fig. 3).
- Les flèches peuvent être reportées à l'extérieur si la place est insuffisante (fig. 3 et fig 7).

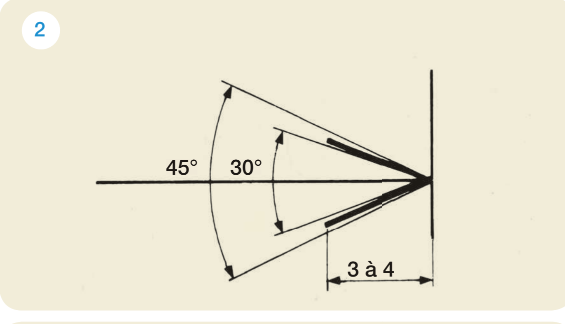
Points

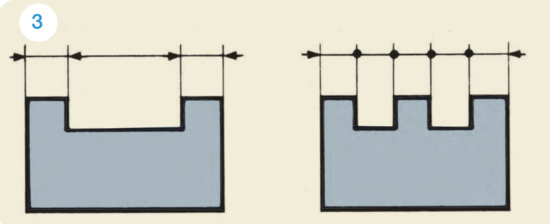
Ils sont situés à l'intersection des lignes d'attache et des lignes de cotes (fig. 3).

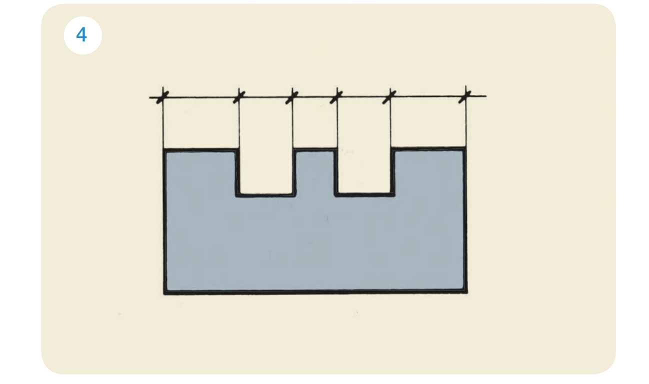
Barres obliques

Ce sont des traits forts inclinés à 45° de 3 à 4 mm de longueur (fig. 4).









11.14 Chiffres de cotes

Ils s'inscrivent en trait fort et toujours au milieu de la ligne de cote. Leur hauteur doit être harmonisée avec l'échelle du dessin. Deux méthodes peuvent être utilisées pour leur écriture :

Méthode 1 (fig. 5)

- Horizontalement, au-dessus des lignes de cotes horizontales.
- Verticalement, à gauche des lignes de cotes verticales.
- Pour les lignes de cotes obliques, l'inscription doit respecter la figure 9.

Méthode 2 (fig. 6)

- Horizontalement, au-dessus des lignes de cotes horizontales.
- Horizontalement, dans une lumière pour les lignes verticales ou obliques.

Cas où l'on manque de place

Lorsque l'intervalle entre deux lignes d'attache ne permet pas l'inscription du chiffre de cote ou la rend confuse, on peut :

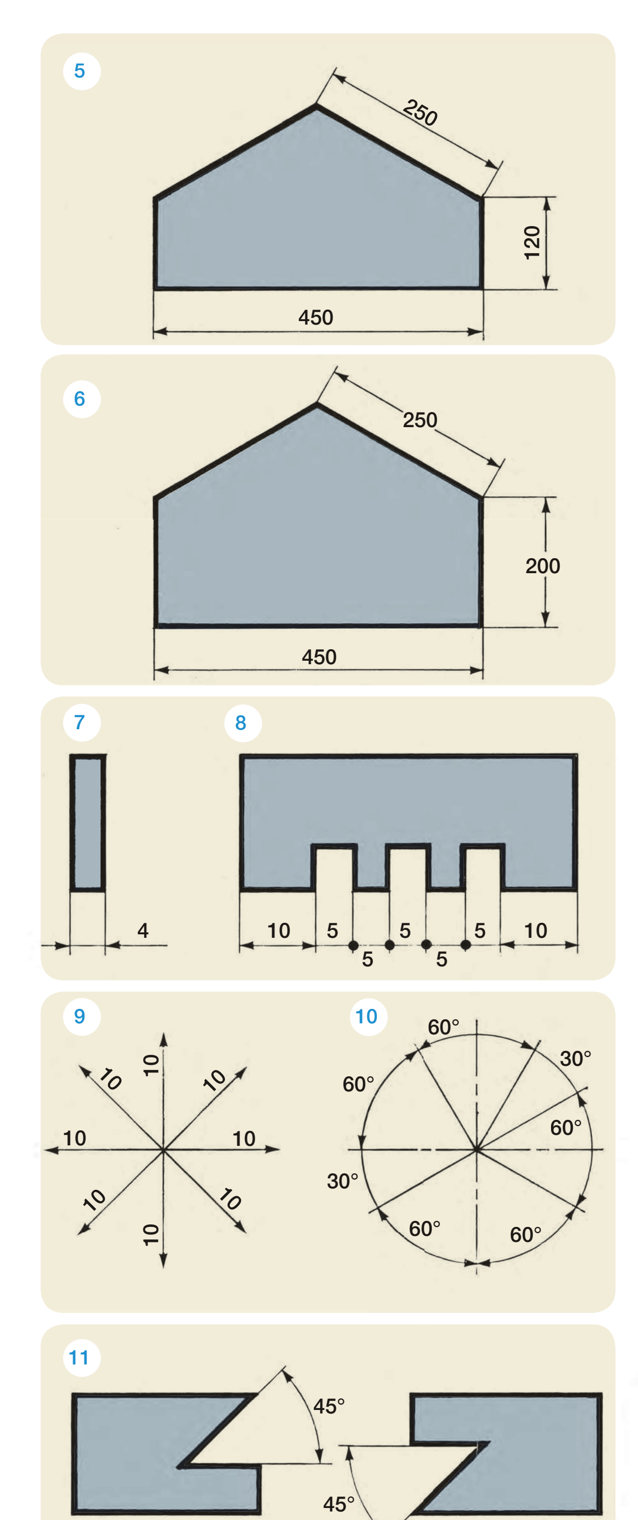
- inscrire le chiffre de cote à l'extérieur des lignes d'attache (fig. 7),
- placer alternativement les chiffres au-dessus et au-dessous de la ligne de cote (fig. 8).

Les chiffres de cotes ne doivent pas être coupés par une ligne du dessin ou par un trait d'axe.

11.2 Cotations particulières

11.21 Cotation des angles

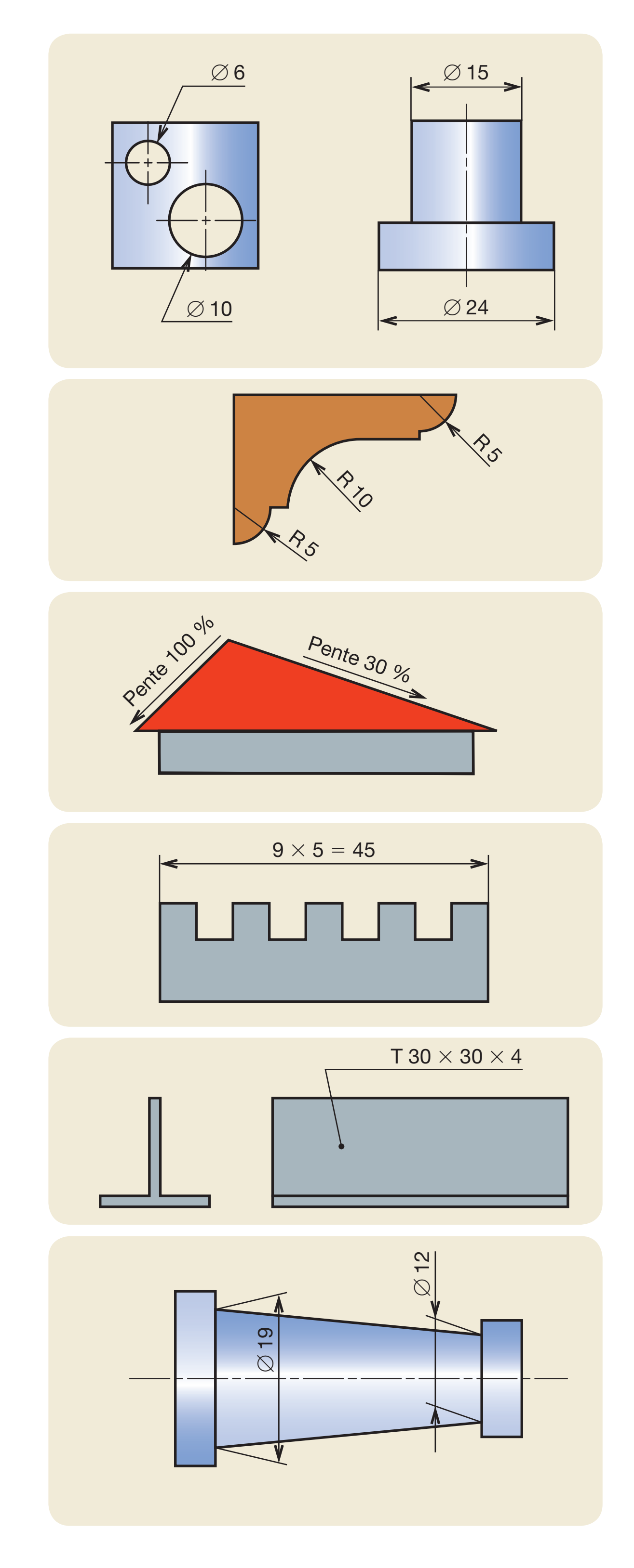
- Les angles et secteurs sont cotés en degrés ou en grades.
- La valeur de la cote est inscrite sur un arc de circonférence formant ligne de cote, dont le centre est situé au sommet de l'angle (fig. 11).
- La figure 10 montre, en fonction de la position de l'arc de circonférence, la position que doit occuper le chiffre de cote.



11.22 Cotation des diamètres

La cotation de tous diamètres doit être précédée du signe ∅. Deux dispositions peuvent être utilisées :

- avec ligne de cote et ligne de rappel.
- avec renvoi fléché. Dans ce cas, la ligne oblique doit, si on la prolonge, passer par le centre du cercle. Cette dernière disposition est préférable car elle permet de sortir les cotes de l'intérieur de la vue.



11. 23 Cotation des rayons

Elle est indiquée par une ligne dirigée vers le centre de l'arc. La flèche doit être tracée du côté concave ; on peut cependant la tracer du côté convexe pour les petits rayons.
Faire précéder le chiffre de la lettre R.

11.24 Cotation des pentes

Elles se cotent généralement en % ou cm/m. On peut inscrire la valeur de la pente sur une ligne fléchée orientée vers le bas.

11.25 Cotation des éléments identiques

Lorsqu'un ouvrage comporte une succession d'éléments de même dimension (marches d'un escalier), on peut utiliser la cotation ci-contre. Dans l'exemple, le premier chiffre indique le nombre d'éléments identiques, le second la dimension (voir application chapitre 12).

11.26 Cotation des profilés

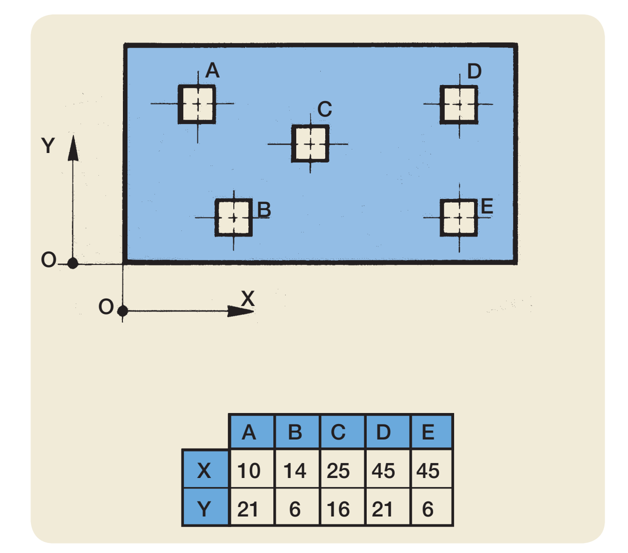
Les profilés de toutes natures ainsi que les éléments de petite section se cotent à l'aide d'un renvoi. Pour les profilés métalliques, on indique avant les dimensions le symbole du profilé (voir chapitre construction métallique).

11.27 Lignes d'attache obliques

Il est parfois intéressant pour la clarté de la cotation d'utiliser une des dispositions ci-contre, cela évite de confondre les lignes d'attache avec les contours du dessin.

11.28 Cotation par coordonnées

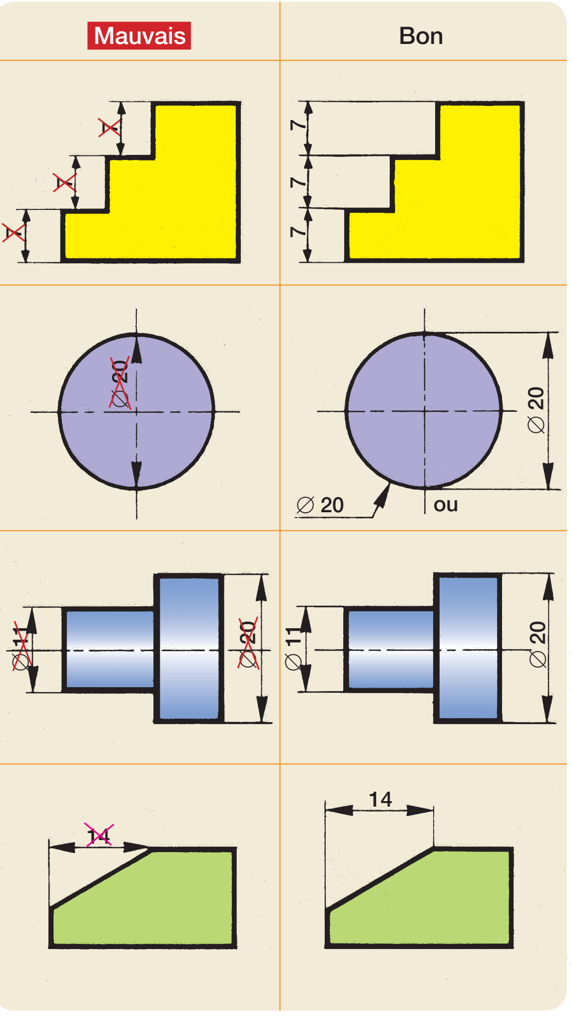
Ce type de cotation est peu employé dans les dessins de bâtiment ; il peut cependant présenter un intérêt pour certaines implantations de gros œuvre ou pour le repérage de réservations dans les dessins de préfabrication lourde. Toutes les cotes se trouvent inscrites dans un tableau hors du dessin, celui-ci reste très lisible.



	A	B	C	D	E
X	10	14	25	45	45
Y	21	6	16	21	6

11.3 Fautes à éviter

- Ne pas faire de cotation en escalier mais toujours aligner les cotes.
- Ne jamais utiliser un trait d'axe comme ligne de cote.
- Ne pas couper un chiffre de cote par un axe ou une ligne du dessin.
- Ne pas aligner une cote avec une ligne du dessin mais utiliser chaque fois des lignes de rappel.



Les cotes s'inscrivent toujours à l'échelle 1, quelle que soit l'échelle du dessin

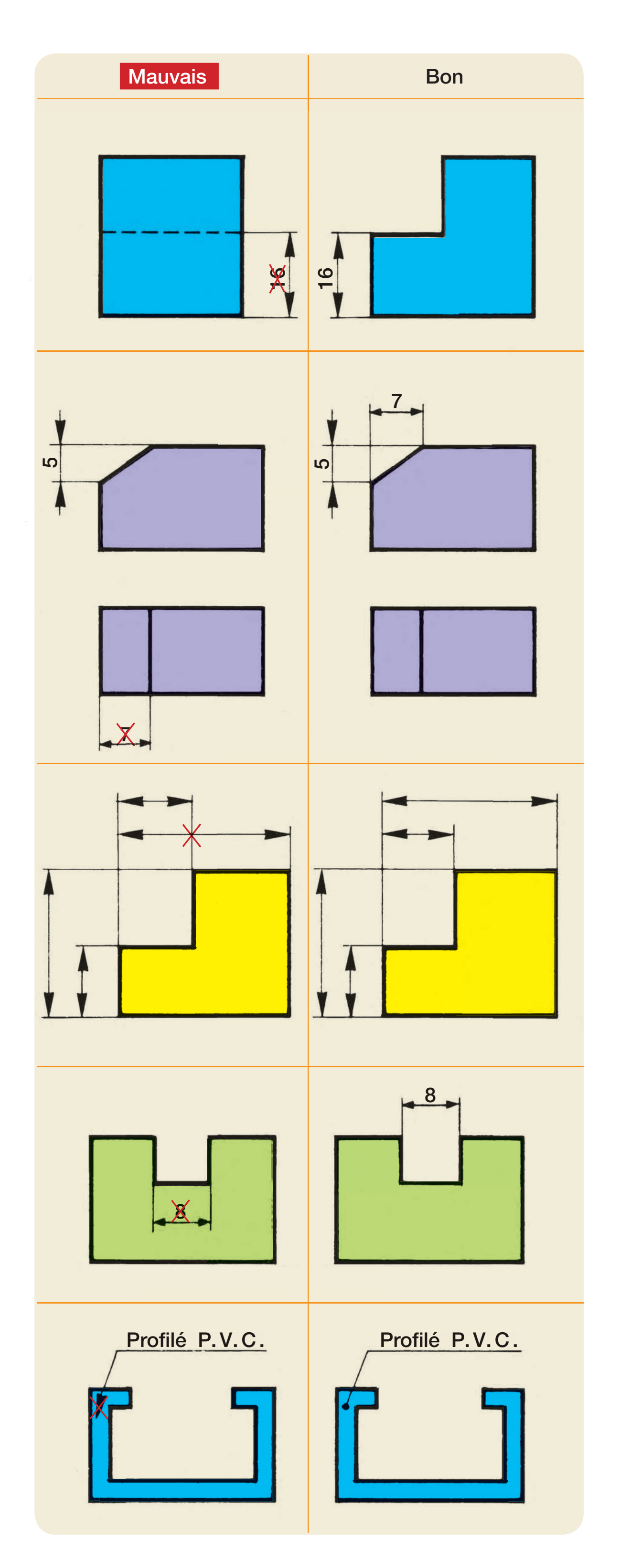
- Coter les détails sur les vues où ils sont les plus représentatifs. Éviter de coter sur une arête cachée.

- Grouper sur une même vue les cotes relatives à un même détail. En effet, les vues peuvent se trouver sur des feuilles différentes et l'on évite ainsi des recherches fastidieuses.

- Inscrire au plus près du dessin les cotes partielles et au plus loin les cotes totales. Deux lignes d'attache peuvent se couper mais pas deux lignes de cotes. Exception faite pour les dessins d'architecture (voir chapitre 1).

- Sortir les cotes du dessin chaque fois que cela est possible.

- Les lignes de renvois se terminant à l'intérieur du dessin ont un point. Mettre une flèche pour celles se terminant contre le dessin.



11.4 Indication des tolérances

NF P 02-023

Une tolérance ne doit être indiquée sur un dessin que lorsqu'il existe un besoin fonctionnel de contrôler :

- la dimension ou la position,
- l'orientation ou la forme.

NOTA :

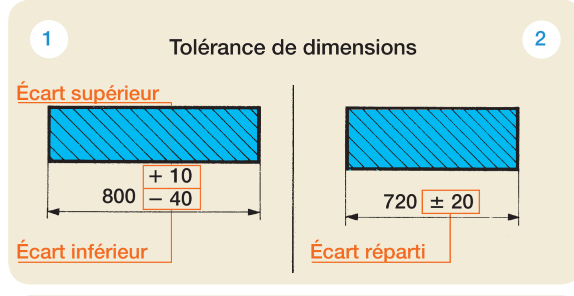
Les valeurs des écarts de tolérances doivent être réalistes compte tenu de l'ouvrage et du procédé de fabrication utilisé. Le tableau en bas de page donne les valeurs proposées par la norme NF P 04-002.

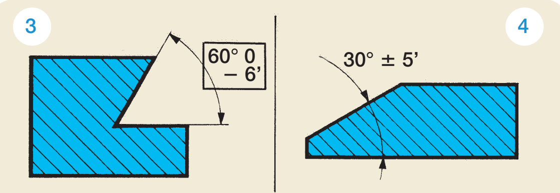
11.41 Unités de cotation

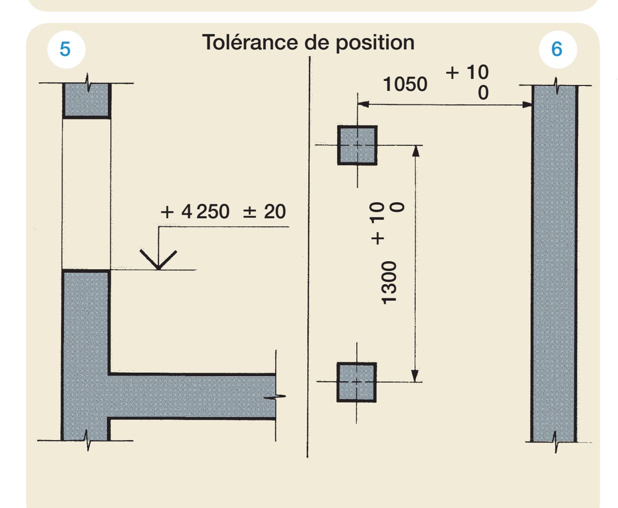
Les tolérances doivent être inscrites dans la même unité que la dimension nominale (habituellement le millimètre). Dans le cas contraire, la valeur de la tolérance doit être suivie de l'unité correspondante (voir page 12 les unités de cotation).

11.42 Tolérances de dimensions et de positions

- La valeur des tolérances s'inscrit à la suite de la cote nominale.
- On indique les valeurs des écarts supérieurs et inférieurs. Ces valeurs sont inscrites l'une au-dessus de l'autre, celle correspondant à la limite supérieure étant toujours placée en premier (fig. 1).
- Si les écarts sont symétriques, on n'inscrit leur valeur qu'une fois précédée du signe ± (fig. 2, 4, 5).
- Dans le cas d'un écart nul, ne pas inscrire de signe (fig. 3, 6).







NF P 04-002

VALEURS DES TOLÉRANCES (selon technologie d'exécution)		
Types de dimensions	**Dimensions (ouvrages)**	**Tolérances possibles**
Situation de la construction (implantation)	Bâtiment < 100 m	50 mm
Position relative des ouvrages	Longueur (entre murs)	20 mm ou 30 mm
	Hauteur (entre planchers)	20 mm ou 30 mm
Dimensions des ouvrages ou parties d'ouvrages	Épaisseur (mur, plancher, cloison)	6 mm ou 10 mm ou 30 mm
	Section (poutre, poteau)	6 mm ou 10 mm ou 30 mm
	Hauteur (allège, acrotère)	20 mm ou 30 mm ou 40 mm
	Largeur ou longueur (mur, plancher...)	20 mm ou 30 mm ou 40 mm
Locaux et espaces libres	Longueur, largeur et hauteur	20 mm ou 30 mm ou 40 mm

11.43 Tolérances de forme et de position

Elles s'inscrivent dans un **cadre** en trait fin, divisé en plusieurs cases et relié au dessin par un renvoi (fig. 1).

11.431 Cadre de tolérance (fig. 1)

- La **case gauche** indique la nature de la tolérance par un symbole dessiné en trait fort (voir tableau ci-dessous).
- La **case droite** indique la valeur de la tolérance.
- Le cadre comporte une 3e case si la tolérance est attachée à un **élément de référence**. Cet élément doit être repéré sur les dessins par une lettre majuscule (fig. 2).

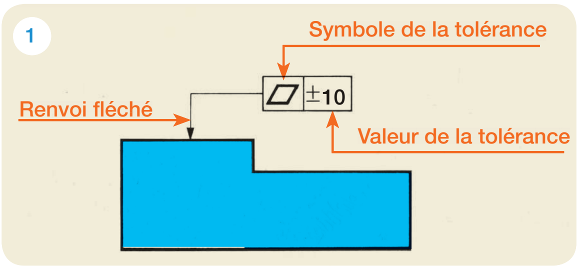
11.432 Liaison avec l'élément

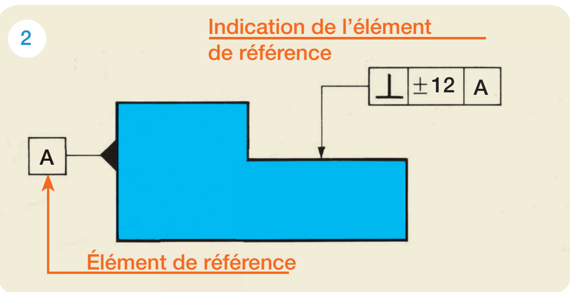
L'élément de référence est indiqué par un **triangle noirci**. L'élément tolérancé est indiqué par une **flèche**. On peut lier le cadre de tolérance avec l'élément à tolérancer de quatre façons :

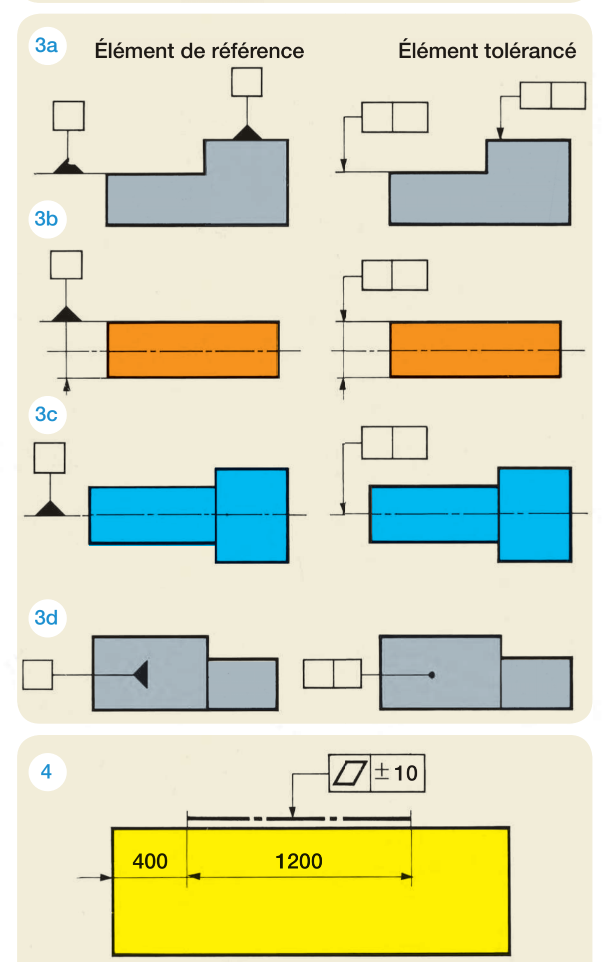
- Le triangle ou la flèche sont placés sur l'élément ou son prolongement ; ils concernent alors l'élément (fig. 3 a).
- Le triangle ou la flèche sont appliqués dans le prolongement d'une ligne de cote ; ils concernent alors l'axe ou le plan médian de l'élément coté (fig. 3 b).
- Triangle ou flèche sont placés sur un axe ou un plan médian ; ils concernent alors l'axe ou le plan (fig. 3 c).
- Triangle ou point sont placés à l'intérieur de l'élément ; ils concernent la surface définie par son contour (fig. 3 d).

Si une tolérance ne concerne qu'une partie limitée de l'élément, repérer cette partie par un trait mixte fort, dont la position sera cotée (fig. 4).

SYMBOLES DES TOLÉRANCES		
Type	**Signification**	**Symbole**
Forme	Horizontalité	⫽ (horizontal)
	Verticalité	// (vertical)
	Parallélisme	//
	Orthogonalité	⊥
	Angularité	∠
Position	Rectitude	—
	Gauchissement	▱ (barré)
	Planéité	▱
	Circularité	○
	Cylindricité	/○/
	Ligne quelconque	⌒
	Surface quelconque	◠







12 Escaliers

12.1 Terminologie

Elle est résumée par les figures 1, 2 et 3.

12.2 Dimensions des escaliers

12.21 Emmarchements

- Maisons individuelles > 0,80 m.
- Les immeubles collectifs > 1,20 m.
- Bâtiments publics : on détermine leur largeur en « **unité de passage** », unité qui vaut 0,60 m et cela en fonction du nombre d'usagers. Pour deux unités de passage, on prendra un emmarchement de 1,40 m.

Nombre d'usagers	Nombre d'escaliers	Unités de passage
21 à 50	1	2
51 à 100	2	2
101 à 200	2	3
201 à 300	2	4
301 à 400	2	5

12.22 Dimensions des marches (fig. 2)

On doit vérifier dans tous les calculs d'escalier que les dimensions des marches respectent la relation de Blondel.

$$G + 2H = 60 \text{ à } 64 \text{ cm}$$

Dimensions moyennes des marches		
Types d'escalier	**Hauteurs**	**Girons**
Escalier perron	15,5 à 17	30 à 32
Escalier d'étage	16,5 à 17,5	27 à 30
Escalier de cave	17,5 à 19	25 à 28

12.23 Paliers

Leur largeur doit avoir 1,2 fois l'emmarchement (fig.3).

12.24 Échappée

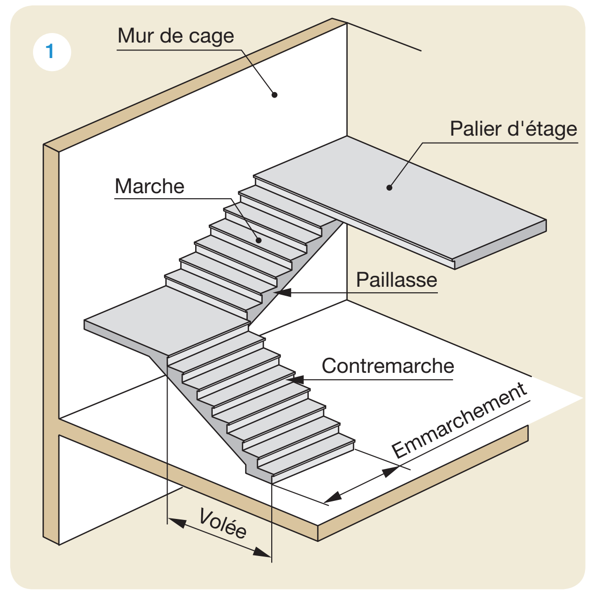
C'est la hauteur libre au-dessus des nez de marches, elle doit être ⩾ à 1,90 m (fig. 4).

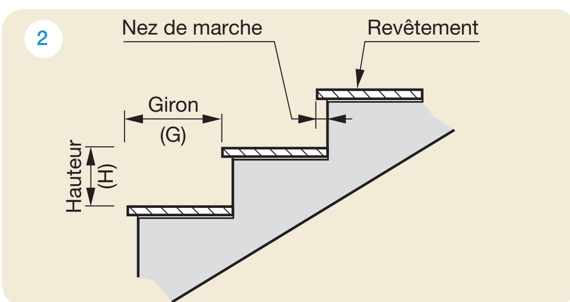
12.25 Ligne de foulée

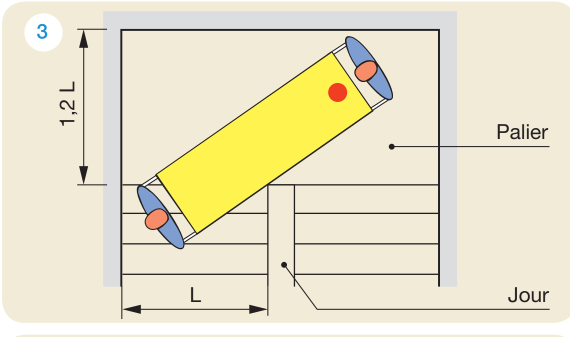
C'est la trajectoire d'une personne descendant l'escalier en tenant la rampe, elle est par convention prise :

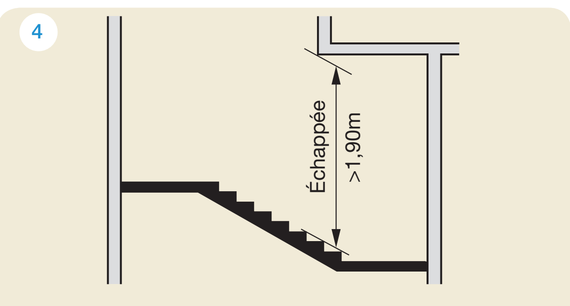
- au milieu, si l'emmarchement est < 1,00 m,
- à 0,50 m si l'emmarchement est . 1,00 m.

Toutes les marches ont même giron sur la ligne de foulée.









12.3 Différents types d'escaliers

12.31 Les escaliers droits (fig. 1)

Ils sont les plus répandus, car offrant le plus grand confort d'utilisation. Ils diffèrent par la forme et le nombre de volées. La figure 1 présente les formes les plus courantes d'escaliers à volées droites.

12.32 Les escaliers balancés (fig. 2)

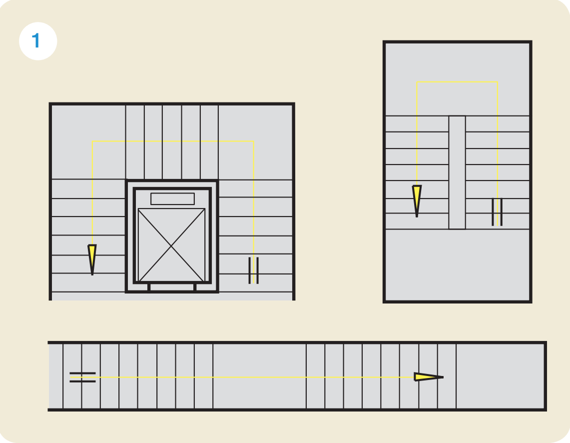
Ils sont très largement utilisés dans les maisons individuelles, car ils permettent un gain de place appréciable. D'une réalisation peu facile en béton armé, ils sont aussi très souvent réalisés en bois. Dans ce dernier cas, ils offrent un aspect esthétique intéressant.

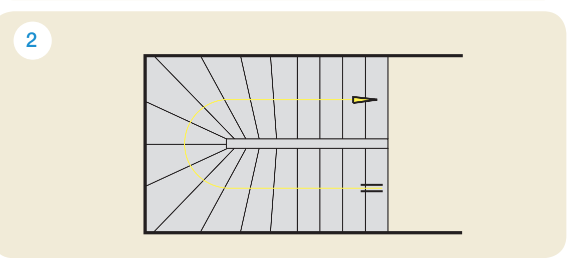
12.33 Les escaliers hélicoïdaux (fig. 3)

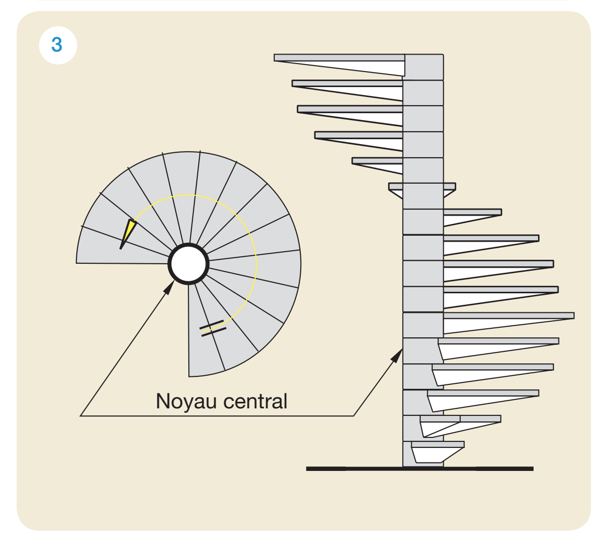
Ce sont ceux qui permettent d'obtenir un encombrement minimal. Toutes les marches sont rayonnantes autour d'un poteau appelé « noyau central ».

Peu confortables, ces escaliers sont essentiellement utilisés dans deux cas :

- Comme escaliers de secours dans les logements collectifs, ils sont alors réalisés en béton armé et préfabriqués (marche à marche, ou de hauteur d'étage).
- Comme escalier de communication entre deux niveaux d'un même appartement, ils sont alors réalisés en bois ou en métal et assurent aussi une fonction décorative.



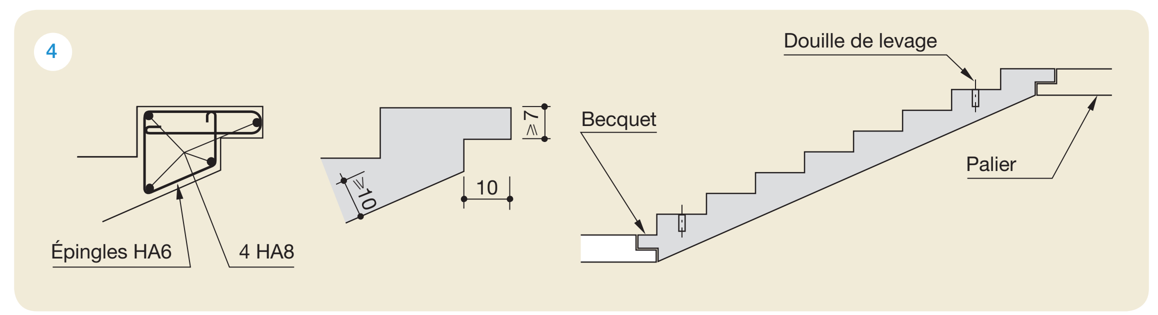




12.4 Les escaliers préfabriqués

La réalisation des escaliers en place sur chantier n'est guère pratiquée que pour les maisons individuelles. Dans la mesure où l'on doit réaliser un nombre important de volées identiques, on a recours à la préfabrication.

On peut préfabriquer toutes les formes d'escalier, la figure 4 montre la configuration d'une volée droite conforme au DTU 21-3.



12.5 Calcul des escaliers

12. 51 Calcul des hauteurs

Soit une hauteur de 2,80 m à franchir entre deux étages d'un immeuble collectif avec un palier intermédiaire (voir dessin en fin de chapitre). Pour ce type d'escalier la hauteur moyenne d'une marche étant de 17 cm, il faudra :

280 : 17 = **16,4** hauteurs de marches.

On peut donc prendre 16 ou 17 hauteurs. L'escalier étant à deux volées, on a intérêt à avoir des volées symétriques, on prendra donc un nombre pair de hauteurs, soit 16. La hauteur d'une marche sera alors de :

H = 280 : 16 = 17,5 cm

12.52 Calcul des girons

Chaque volée comportera 7 marches (il y a toujours un giron de moins que de hauteurs) dont le giron respectera la formule de Blondel, c'est-à-dire :

G + (2 x 17,5) = 64 cm

donc

G = 64 – 35 = 29 cm

12.6 Escaliers balancés

Le balancement d'un escalier demande le tracé d'une épure. Il existe de nombreuses méthodes de balancement, toutes empiriques et issues du compagnonnage. En voici une assez simple.

Méthode de la herse

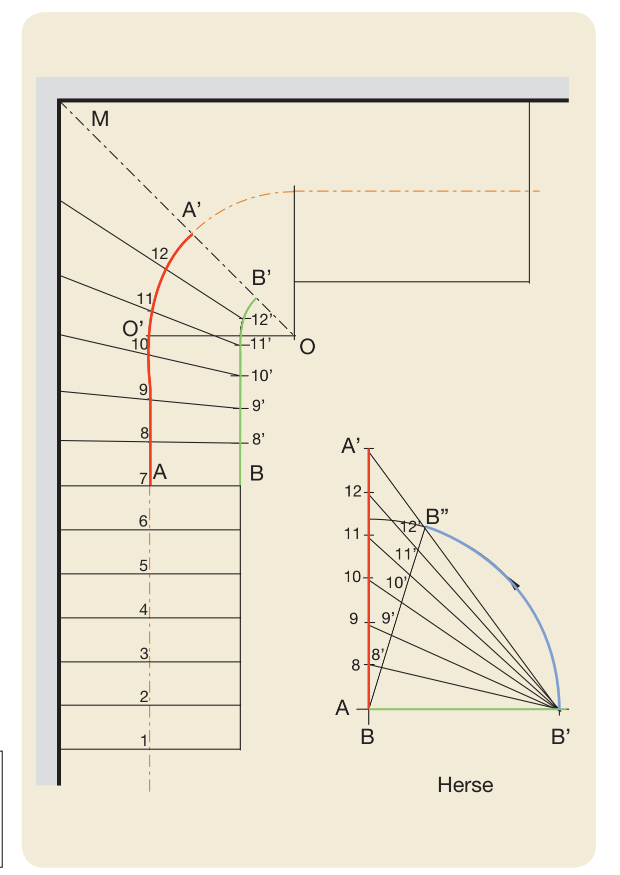
- Déterminer le nombre, la hauteur et le giron des marches comme indiqué ci-dessus.
- Tracer la ligne de foulée, y reporter les différents girons, et les numéroter.
- Tracer le segment MO qui est le milieu du quartier tournant, le balancement se fera en deux étapes par rapport à cet axe.
- Déterminer le nombre de marches à balancer en projetant le centre (O) sur la ligne de foulée (O').

Règle :
Le balancement commence trois marches au moins avant le point (O').

Dans notre exemple, la dernière marche droite sera la marche 7 et la première balancée la marche 8.

- Reporter sur l'axe vertical de la herse les divisions de la ligne de foulée entre A et A'.
- Reporter sur l'axe horizontal la longueur de la ligne de jour entre B et B'.
- Joindre toutes les divisions de l'axe vertical au point B'.
- De B pour centre, tracer le 1/4 de cercle de rayon BB' qui coupe le dernier segment de la herse en B".
- Joindre B-B", on obtient les segments A-8', 8'-9', ... 12'-B".
- Reporter les segments A-8', 8'-9', ... 12'-B" sur la ligne des collets et tracer les nez de marches 8-8', 9-9', ... 12-12'.
- Procéder de même pour la partie droite.

Règle :
Les marches de départ et d'arrivée doivent être droites.



12.7 Représentation sur les dessins

La norme NF P02-001 fixe les règles de représentation des escaliers sur les plans.

- D'une façon générale, les plans de coupe se faisant à 1 mètre au-dessus du niveau du sol, l'escalier est coupé à la septième contremarche ; celle-ci est alors dessinée par un trait continu renforcé.

L'escalier appartenant à deux plans, sa représentation s'en trouve compliquée. Les figures ci-dessous montrent comment repérer la trace du plan de coupe sur les différents plans d'étages.

REMARQUE :

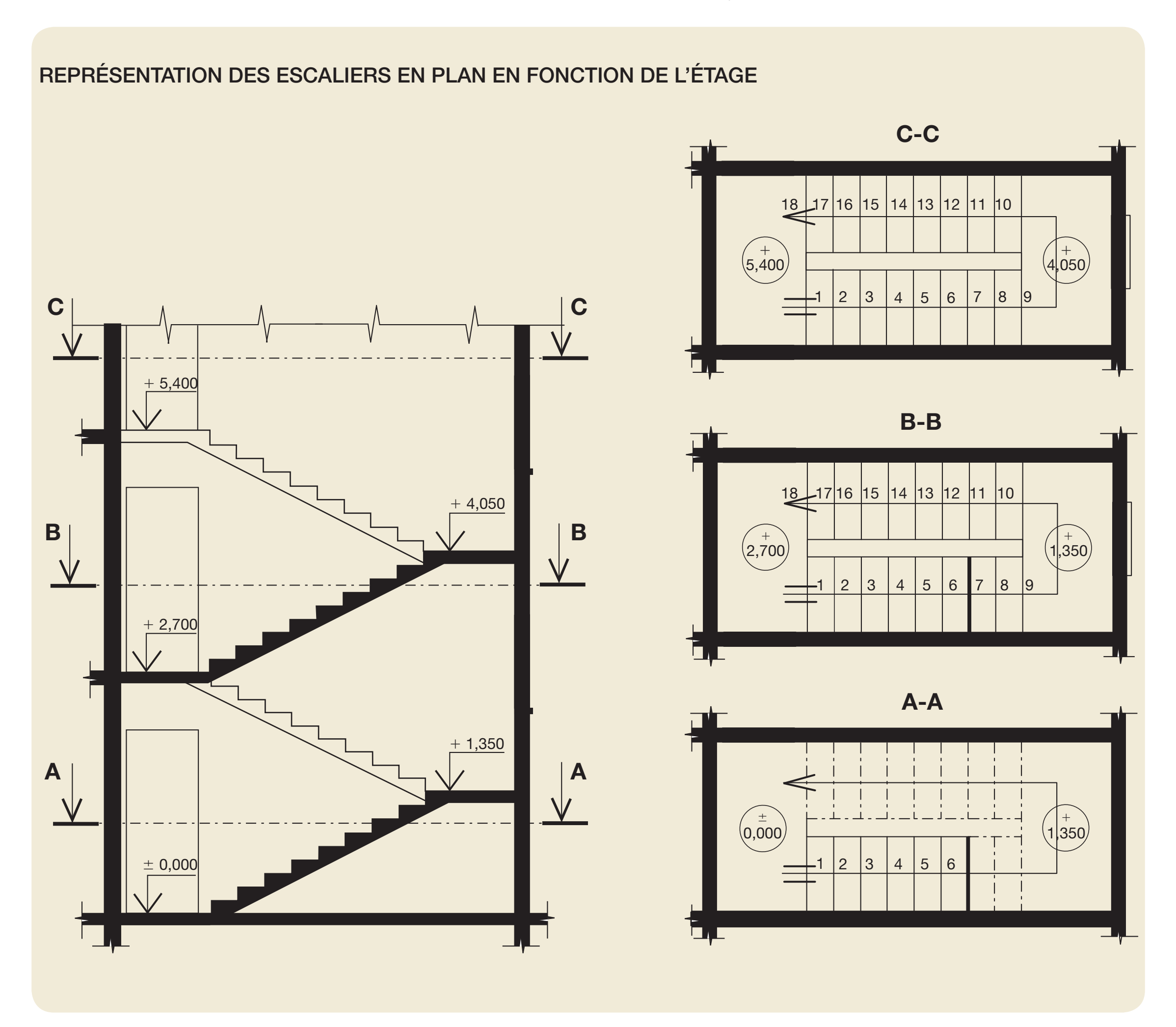
Il est possible de remplacer le trait renforcé par deux traits mixtes fins inclinés.

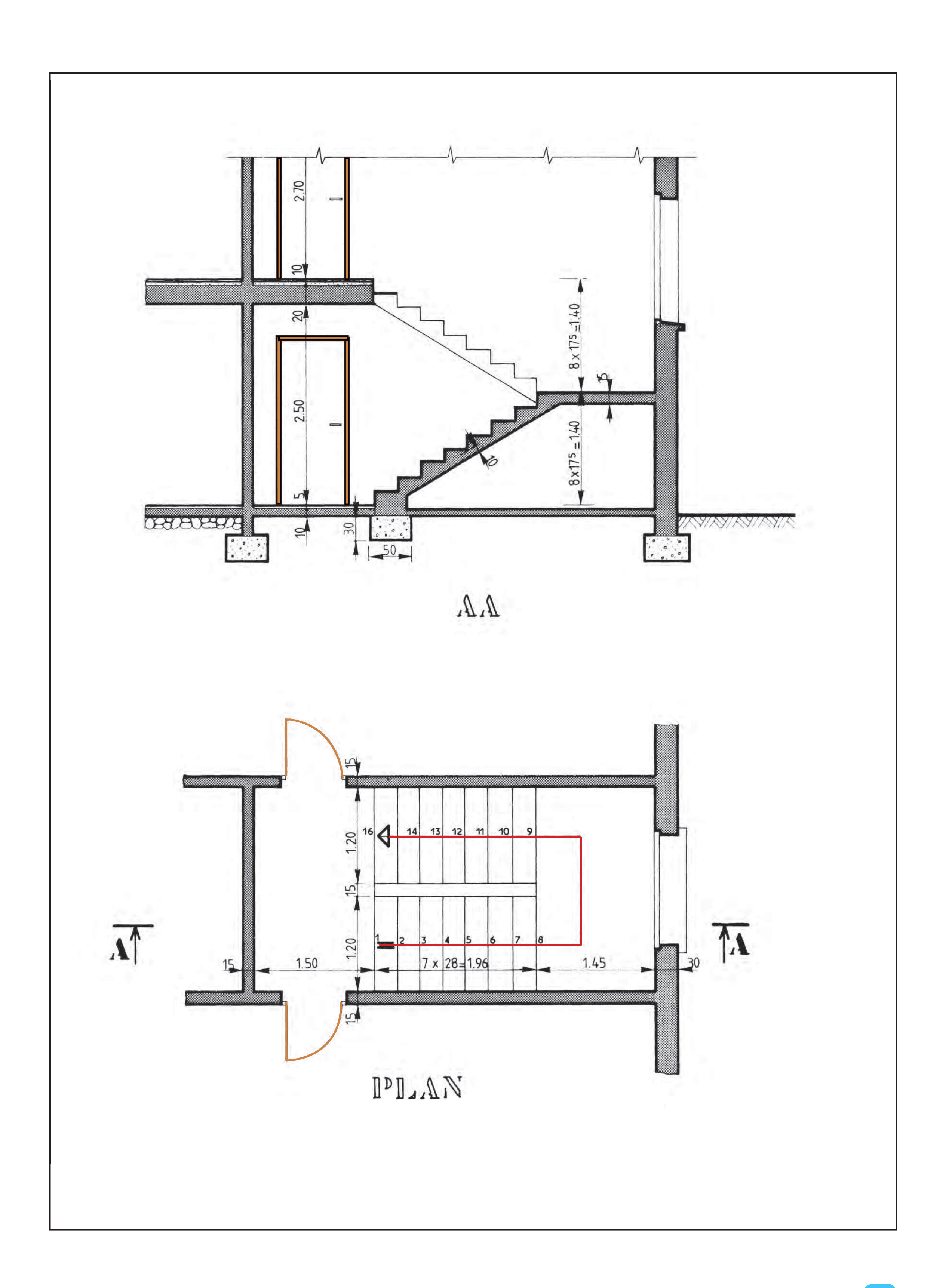
- Le sens de montée est indiqué par une ligne fléchée placée sur la ligne de foulée.
- Les marches sont numérotées d'étage à étage, ces numéros s'inscrivent verticalement quel que soit l'inclinaison de la ligne de foulée.
- Les marches ne sont pas numérotées sur les coupes verticales.
- La représentation des garde-corps est facultative.

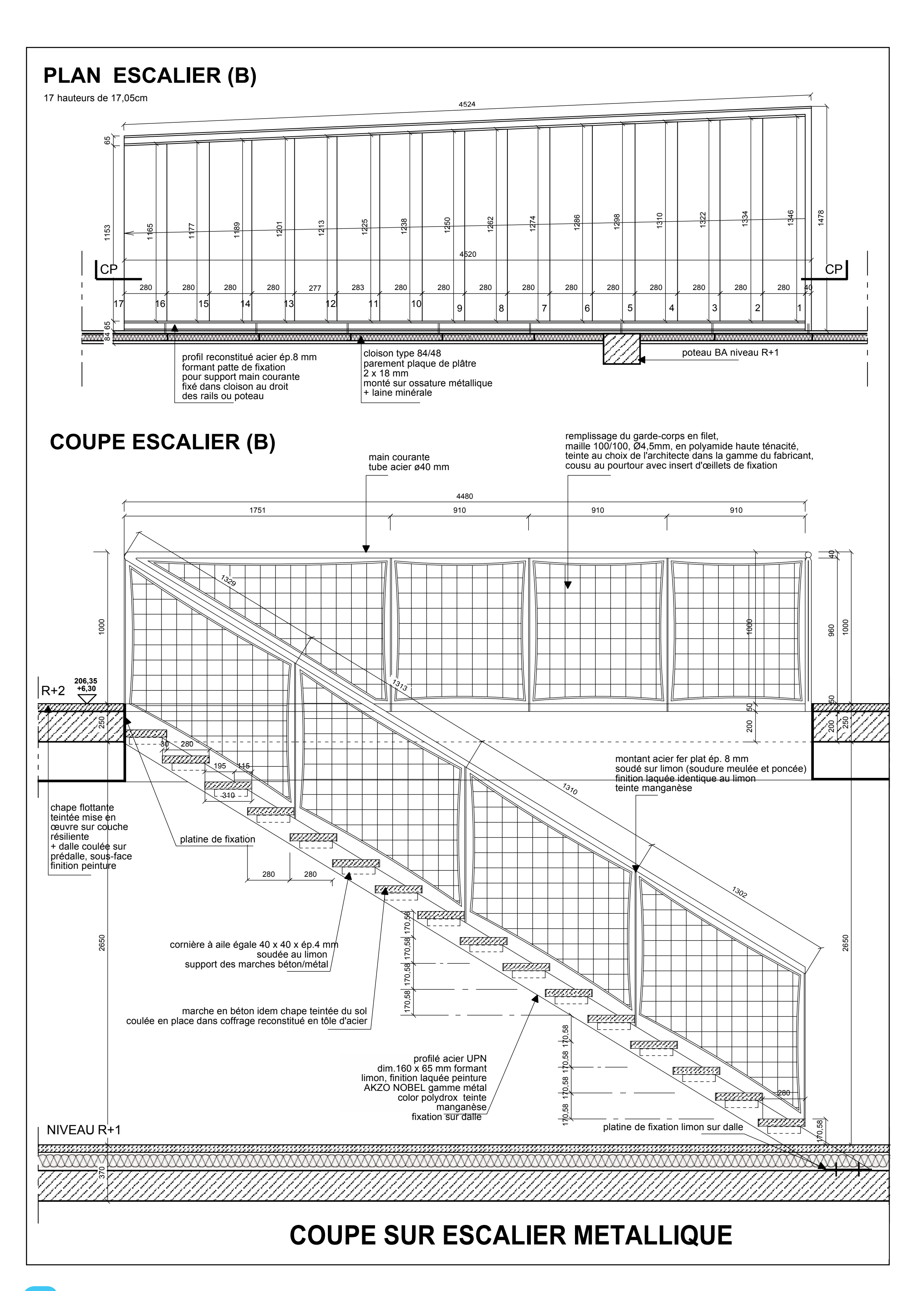
12.8 Cotation des escaliers

Les dessins de la page suivante montrent la façon de coter un escalier droit. On notera :

- que les cotes indiquées sont toujours les cotes finies,
- que les marches sont cotées selon le principe des éléments identiques.




2.70
10
20
2.50
5
10
30
50
8 x 175 = 1.40
15
8 x 175 = 1.40
10
AA
15
1.20
15
1.20
15
16
14
13
12
11
10
9
1
2
3
4
5
6
7
8
A
A
15
1.50
7 x 28 = 1.96
1.45
30
PLAN


PLAN ESCALIER (B)
17 hauteurs de 17,05cm
CP
CP
profil reconstitué acier ép.8 mm
formant patte de fixation
pour support main courante
fixé dans cloison au droit
des rails ou poteau
cloison type 84/48
parement plaque de plâtre
2 x 18 mm
monté sur ossature métallique
+ laine minérale
poteau BA niveau R+1
COUPE ESCALIER (B)
main courante
tube acier ø40 mm
remplissage du garde-corps en filet,
maille 100/100, Ø4,5mm, en polyamide haute ténacité,
teinte au choix de l'architecte dans la gamme du fabricant,
cousu au pourtour avec insert d'œillets de fixation
R+2
206,35
+6,30
montant acier fer plat ép. 8 mm
soudé sur limon (soudure meulée et poncée)
finition laquée identique au limon
teinte manganèse
chape flottante
teintée mise en
œuvre sur couche
résiliente
+ dalle coulée sur
prédalle, sous-face
finition peinture
platine de fixation
cornière à aile égale 40 x 40 x ép.4 mm
soudée au limon
support des marches béton/métal
marche en béton idem chape teintée du sol
coulée en place dans coffrage reconstitué en tôle d'acier
profilé acier UPN
dim.160 x 65 mm formant
limon, finition laquée peinture
AKZO NOBEL gamme métal
color polydrox teinte
manganèse
fixation sur dalle
platine de fixation limon sur dalle
NIVEAU R+1
COUPE SUR ESCALIER METALLIQUE

12.9 Rampes et garde-corps

NF P 01-012

Hauteur de protection (H)

La hauteur normale de protection d'un garde-corps (cote H sur les dessins) est fonction de son épaisseur E.
Voir dans tableau ci-dessous.

Épaisseur E (m)	⩽ 0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	⩾ 0,60
Hauteurs H (m)	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

REMARQUE :
En aucun cas, H ne peut être inférieur à 0,80 m pour les bâtiments d'habitation.

Hauteur réduite de protection (H')

S'il existe un élément sensiblement horizontal, de largeur comprise entre 0,13 et 0,30 m et situé à moins de 0,45 m au-dessus de la zone de stationnement normal, le garde-corps doit le dépasser d'une hauteur H'⩾0,90 m (fig. 4, 5, 6).

Garde-corps en saillie

La figure 7 montre les valeurs à respecter pour les saillies.

Garde-corps ajourés

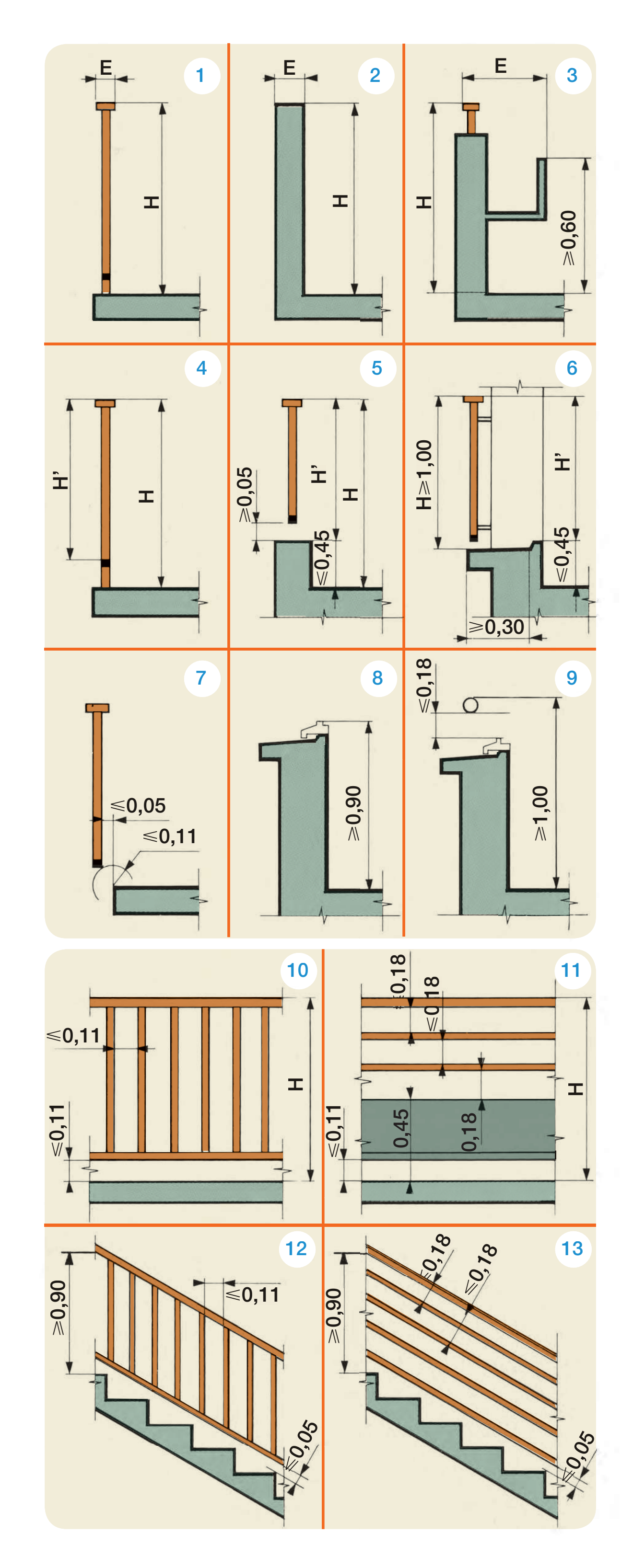
- Le vide entre les éléments verticaux (barreaux et panneaux) doit être au plus égal à 0,11 m (fig. 10).
- Le vide entre les éléments horizontaux (lisses, panneaux, etc.) doit être au plus égal à :
- 0,11 m s'il est situé à une hauteur inférieure à 0,45 m par rapport à la zone de stationnement normal (fig. 10, 11)
- 0,18 m s'il est situé à plus de 0,45 m de cette zone (fig. 11).
- On évitera, sur une hauteur de 0,45 m, les éléments permettant un appui du pied. Si ce n'est pas le cas, on devra respecter la règle de la hauteur réduite de protection.

Rampes d'escaliers

- La hauteur de protection doit être au moins égale à 0,90 m dans la partie rampante (fig. 12, 13).
- L'espacement des éléments ajourés est identique à celui des garde-corps horizontaux.
- Si l'escalier ne possède pas de limon, le vide entre le nez des marches et la lisse basse ne doit pas dépasser 0,05 m (fig. 12, 13). S'il existe un limon, le vide doit être ⩽ 0,18 m.
- La hauteur des rampes sur palier est de 1,00 m ; cependant, si la largeur du jour est ⩽ 0,60 m, la hauteur peut être ramenée à 0,90 m.

Cas des fenêtres

La hauteur minimale de protection (H), mesurée au-dessus du dormant est de 0,90 m (fig. 8). Si ce n'est pas le cas, prévoir une barre d'appui à 1,00 m (fig. 9).



13 Baies

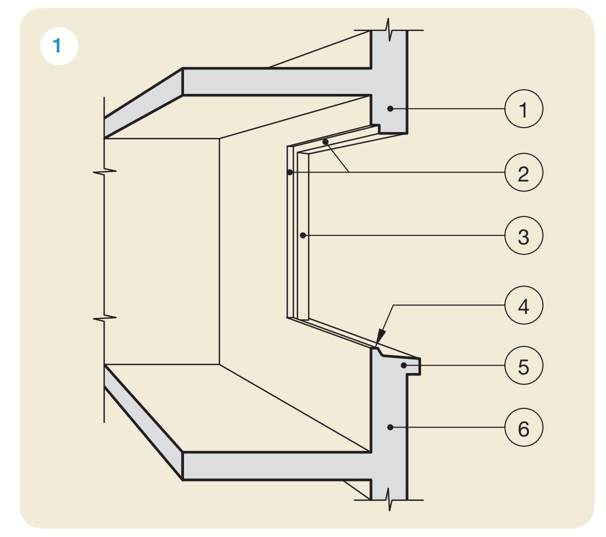
13.1 Définition

On appelle baie une ouverture pratiquée dans un mur extérieur et destinée à recevoir une menuiserie qui peut-être : une fenêtre, une porte ou une porte-fenêtre.

13.2 Terminologie

Voir figure 1 et le tableau ci-dessous.

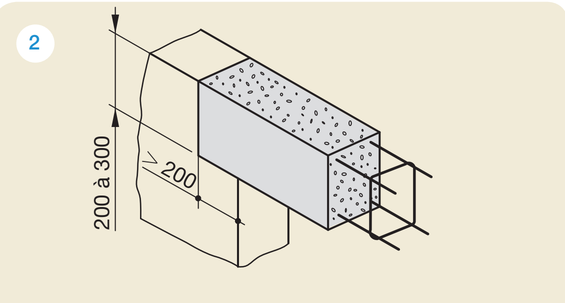
1	Linteau en béton armé
2	Feuillure pour menuiserie (facultative)
3	Tableau ou jambage
4	Rejingot
5	Appui de fenêtre
6	Mur d'allège ou allège



13.3 Le linteau

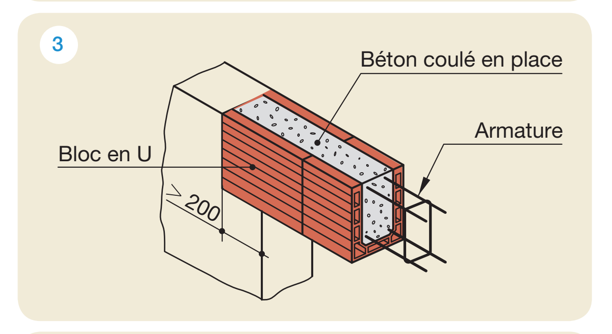
C'est une poutre en béton armé supportant les charges au dessus de la baie (fig. 2).

- Les linteaux peuvent être coffrés à l'aide de coffrages bois ou métalliques ; dans les maisons individuelles, le coffrage peut-être remplacé par des éléments en U (fig.-3). Ces blocs existent en béton de gravillon, béton cellulaire ou en terre cuite en fonction de la nature des murs.
- Tous les linteaux d'un même niveau sont en principe alignés.



13.4 L'appui

C'est une pièce en béton, préfabriquée ou coulée en place destinée à rejeter l'eau hors de la façade. La figure 4 montre les appuis couramment utilisés.

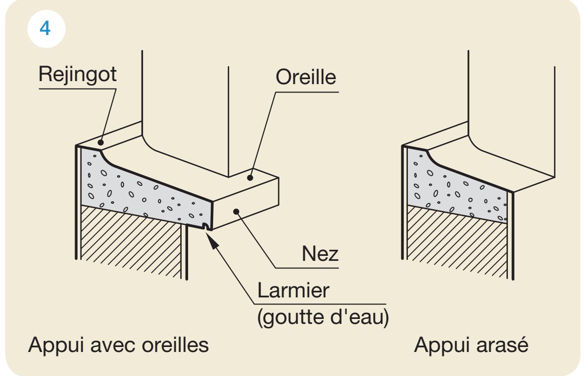


13.5 L'allège

- Les hauteurs d'allèges sont imposées par un souci de sécurité ou de protection des regards. Les hauteurs usuelles sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Nature des pièces	Hauteurs d'allèges
Pièces habitables	90 cm minimum (si moins, prévoir une barre d'appui à 1 m)
Cuisines	1,20 m si le plan de travail est sous la fenêtre, 90 cm autrement
S. de Bains, WC	1,30 à 1,50 m

- Les hauteurs d'allèges se mesurent du sol fini au dessus du rejingot. Consulter également le chapitre 12.



13.6 Fixation des menuiseries

13.61 Murs sans doublage

Les menuiseries peuvent se loger dans des feuillures prévues dans le linteau et les jambages (fig. 1), ou être fixées en applique contre le mur (fig. 2).

13.62 Murs avec doublage intérieur

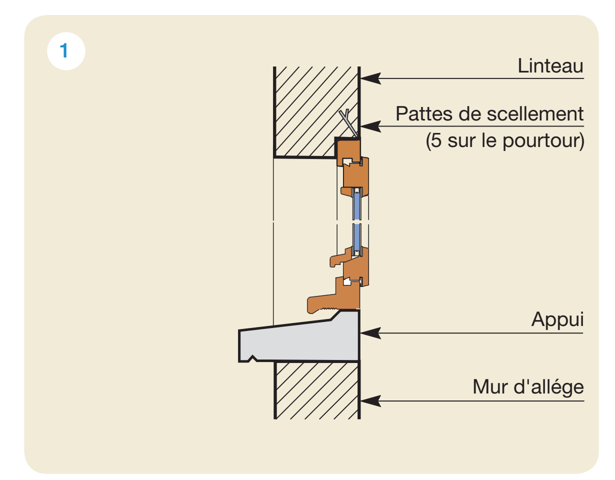
Deux dispositions peuvent être utilisées dans ce cas :

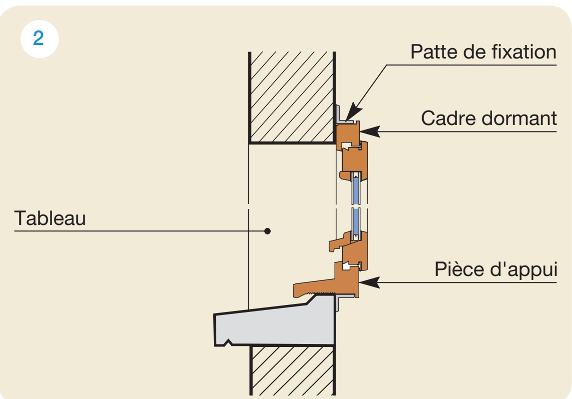
- **Fourrure intérieure (fig. 3)**
La menuiserie est fixée contre le parement intérieur du mur, cette disposition permet une bonne continuité de l'isolation au droit de l'appui, mais l'embrasure qui en résulte empêche l'ouverture complète de la fenêtre.

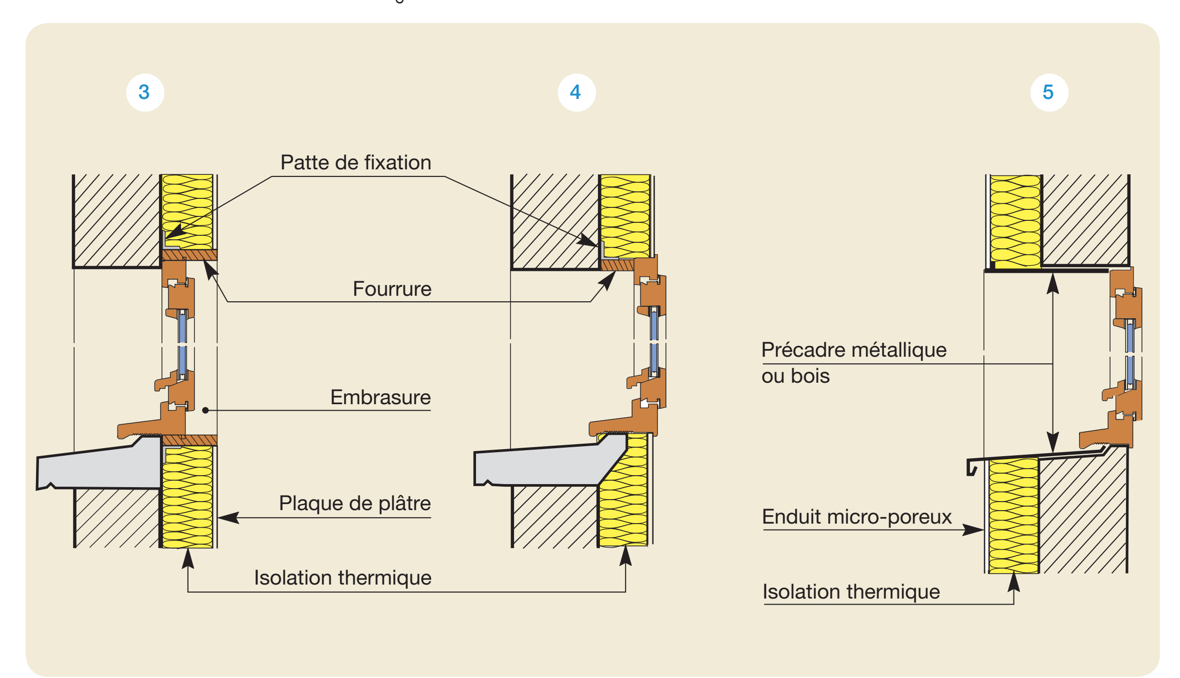
- **Fourrure extérieure (fig. 4)**
Dans ce cas, l'isolation est moins bonne au droit de l'appui, mais la fourrure extérieure peut servir de tapée dans le cas où la fenêtre est équipée d'un volet roulant.

13.63 Murs avec isolation extérieure

La menuiserie est solidaire d'un précadre métallique ou bois. Le précadre sert d'arrêt à l'isolation, celle-ci peut être réalisée en polystyrène expansé avec enduit microporeux, ou en laine de roche recouverte d'un bardage.







DIMENSIONS DES FENÊTRES ET PORTES-FENÊTRES

Largeurs nominales en mm

Hauteurs nominales en mm

	400	600	800	1 000	1 200	1 300	1 400	1 500	1 800	2 100	2 400
450	X	X	X	X	X		X				
750	X	X	X		X						
950	X	X	X	X	X			X			
1050*	X	X	X	X	X	X	X	X			
1150		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1250*		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1350		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1450		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1550		X		X	X	X	X	X	X	X	X
1650*		X		X	X	X	X	X	X	X	X
1750				X	X	X	X		X	X	X
2150			X		X	X	X	X	X	X	X
2250			X		X	X	X	X	X	X	X
2350			X		X	X	X	X	X	X	X

* Hauteurs non normalisées mais existent dans le commerce.

13.7 Symboles d'ouverture

NF P 02-092

- **Le triangle en trait continu fin** indique que l'ouverture se fait vers l'intérieur.

- **Le triangle en trait interrompu fin** indique que l'ouverture se fait vers l'extérieur.

- **Le point** indique, pour les portes, le vantail s'ouvrant en premier.

- **Les flèches** précisent un sens de déplacement particulier (châssis coulissant ou à guillotine).

REMARQUE :

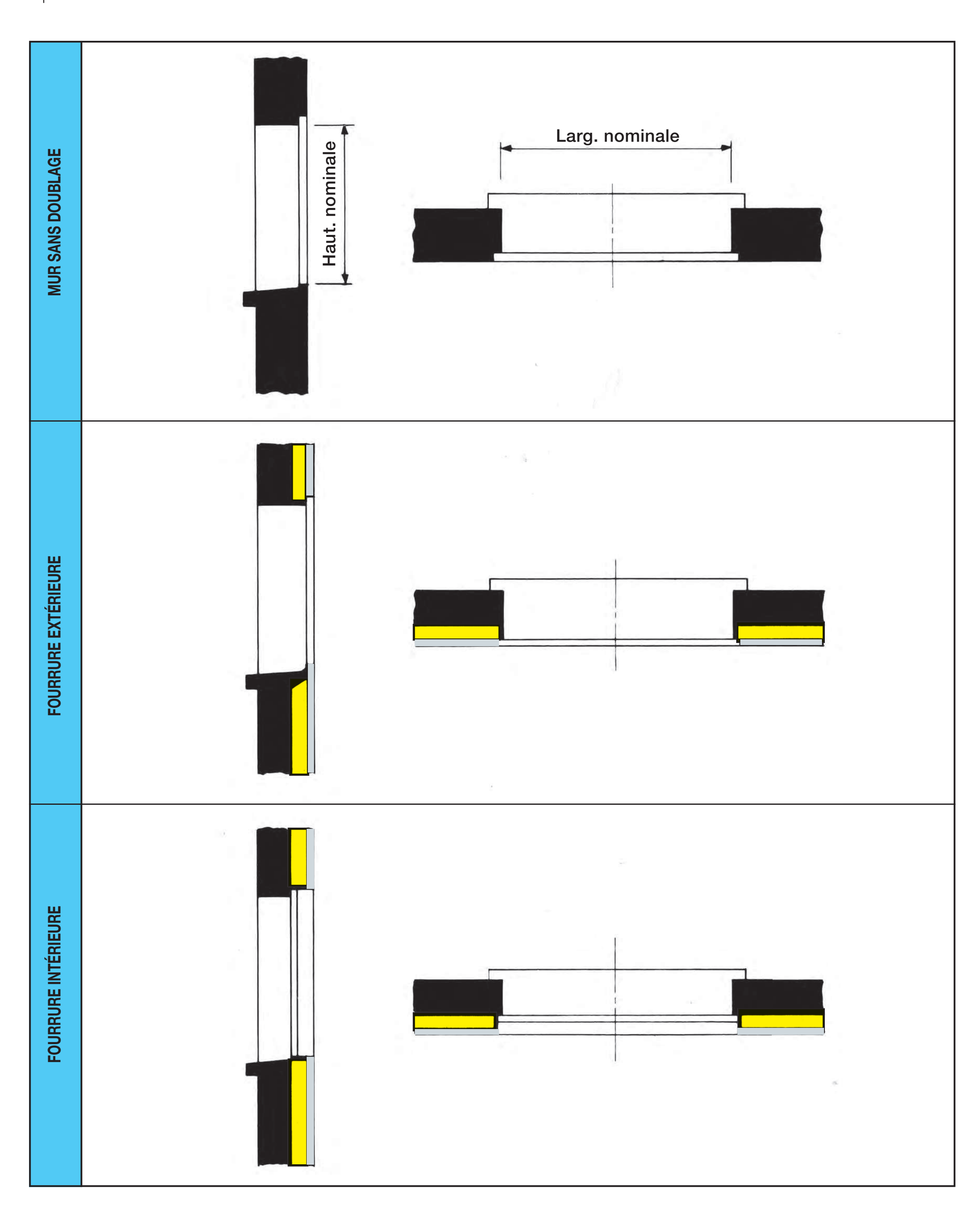
Ces différents symboles ne sont utilisés que sur les dessins spécialisés (menuiserie bois ou métallique).

SYMBOLES D'OUVERTURE	
à 1 vantail à 2 vantaux FENÊTRE OUVRANT À LA FRANÇAISE	à 1 vantail à 2 vantaux FENÊTRE OUVRANT À L'ANGLAISE
FENÊTRE À SOUFFLET	PORTE-FENÊTRE
FENÊTRE OSCILLO-BATTANTE	à 1 vantail à 2 vantaux FENÊTRE BASCULANTE
à 1 vantail à 2 vantaux FENÊTRE PIVOTANTE	FENÊTRE COULISSANTE
à 1 vantail à 2 châssis FENÊTRE EN ACCORDÉON	FENÊTRE À GUILLOTINE
à 1 châssis à 2 châssis FENÊTRE À L'ITALIENNE	FENÊTRE À L'AUSTRALIENNE

13.8 Représentation sur les dessins

Dans les dessins aux échelles 0,02 (1/50) et 0,05 (1/20) on représentera les baies conformément au tableau ci-dessous.

Pour les dessins à l'échelle 0,01 (1/100) la représentation peut être simplifiée.



14 Portes planes

14.1 Dimensions NF P 01-105 ET P 23-303

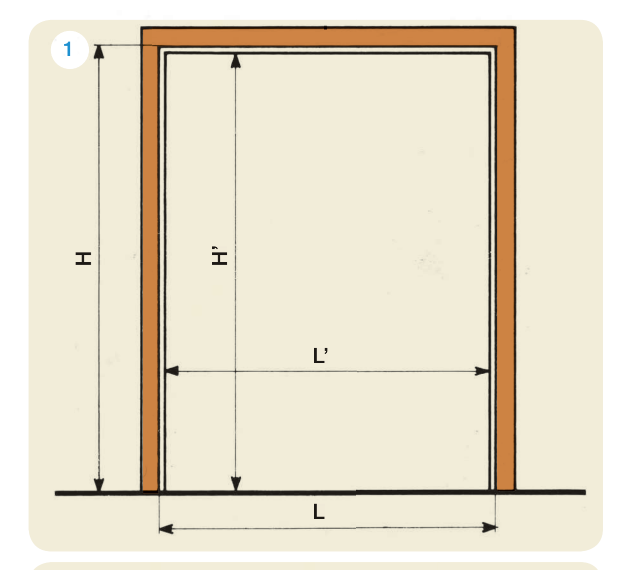
Les portes planes sont définies par leurs dimensions totales L et H (fig. 1) dont les valeurs sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

DIMENSIONS DES PORTES en mm	
Hauteur (H)	**2040** - 2240
Largeur (L)	630*- 730 - **830** - 930**
Épaisseur	40

Les dimensions préférentielles sont en caractères gras.

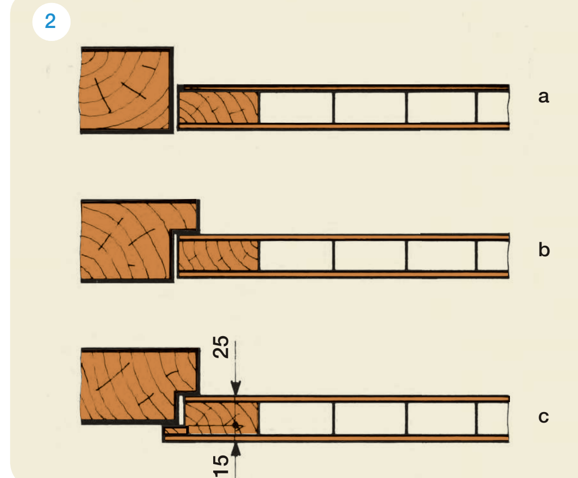
REMARQUES :

- Employer de préférence des hauteurs de 2 240 mm pour les portes comportant plus de deux vantaux.
- L' et H' désignent les dimensions de passage ; elles ont pour valeurs : L' = 600-700-800-900 mm, H' = 2 025-2 225 mm.

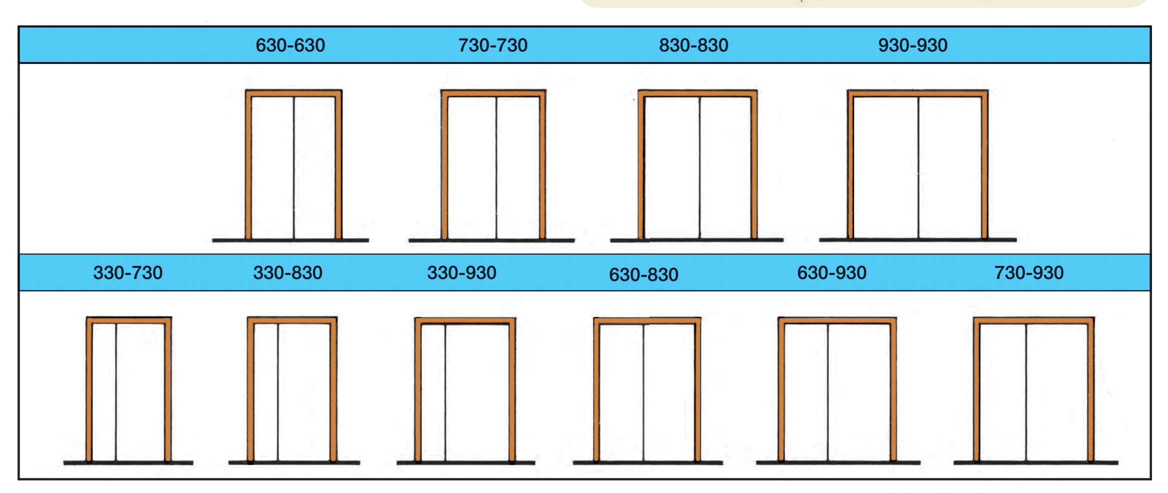


14.2 Différents montages

- Dormant sans feuillure pour portes va-et-vient et coulissantes (fig. 2 a).
- Dormant avec feuillure (fig. 2 b).
- Vantail à recouvrement (fig. 2 c).



14.3 Composition des vantaux



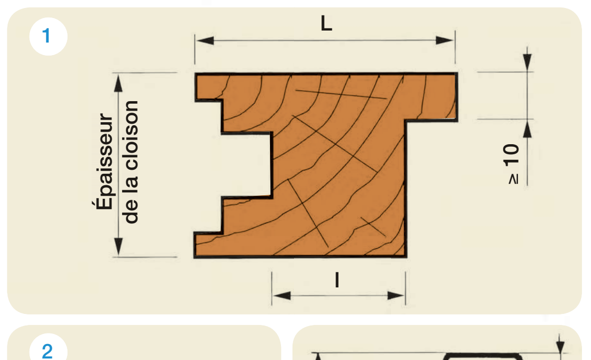
* Réservé pour les portes de W.C. ** Conseillé pour les logements d'handicapés

14.4 Huisseries

14.41 Huisserie en bois (NF P 23-201)

Les dimensions minimales des huisseries en bois sont données dans le tableau ci-dessous.

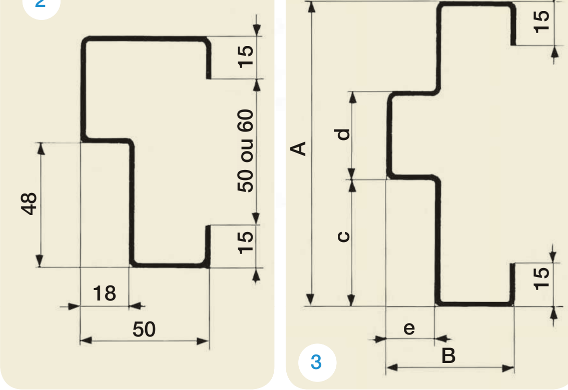
Valeurs de L (mm)		Valeurs de l (mm)	
Cloison traditionnelle	≥ 55	Huisserie indépendante	≥ 35
Cloison plaque de plâtre	≥ 45	Huisserie de bloc porte	≥ 25



14.42 Huisserie métalliques

La figure 2 donne les dimensions des huisseries pour les cloisons de 5 et de 6 cm, la figure 3 celles pour les cloisons de 7, 10 et 15 cm.

Dimensions des huisseries métalliques						
Ép. de la cloison cm	A	B	C	D	E	Masse métrique
7	102	50	48	32	18	3,2
10	130	50	48	42	18	3,51
15	170	50	48	82	15	4,21



14.5 Cotation des portes

Les dimensions des portes doivent être précisées sur les plans ; elles s'inscrivent sur les vantaux en indiquant dans l'ordre : la largeur totale et la hauteur totale. On peut compléter la définition en indiquant par des symboles la nature des vantaux (fig. 4) :

P.P. = porte pleine.

P.V. = porte vitrée avec occulus.

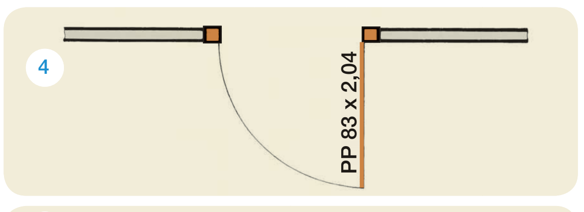
P.M. = porte métallique.

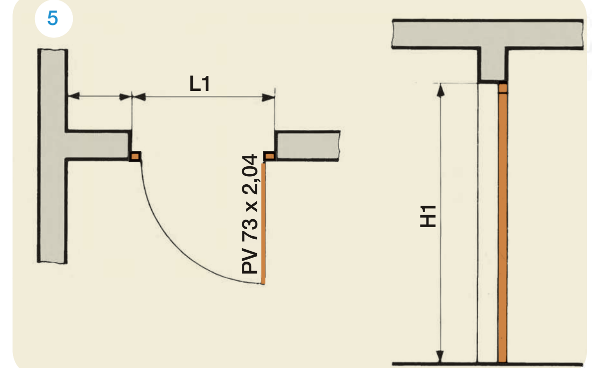
Ces symboles n'étant pas normalisés, il est conseillé de les expliciter par une légende.

Pour les portes situées dans un mur de refend, on doit en plus indiquer les dimensions L1 et H1 du trou à prévoir dans la maçonnerie (fig. 5). Pour les huisseries en bois :

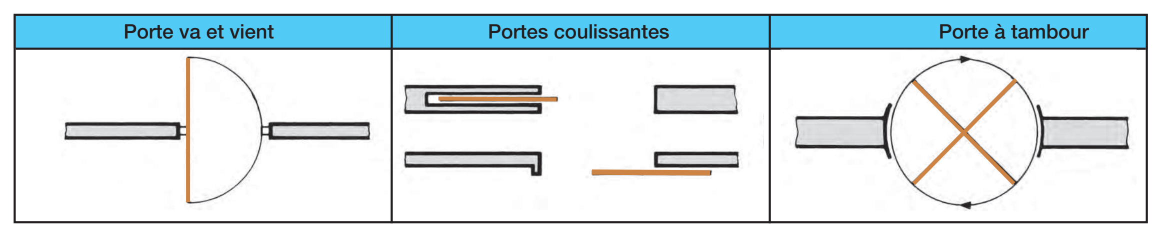
L1 = largeur de passage + 15 cm.

H1 = hauteur de passage + 7,5 cm.





14.6 Représentations symboliques



15 Conduits et gaines

15.1 Conduits de fumées

Ils ont pour rôle d'évacuer, à l'extérieur des logements, les fumées et les gaz brûlés.

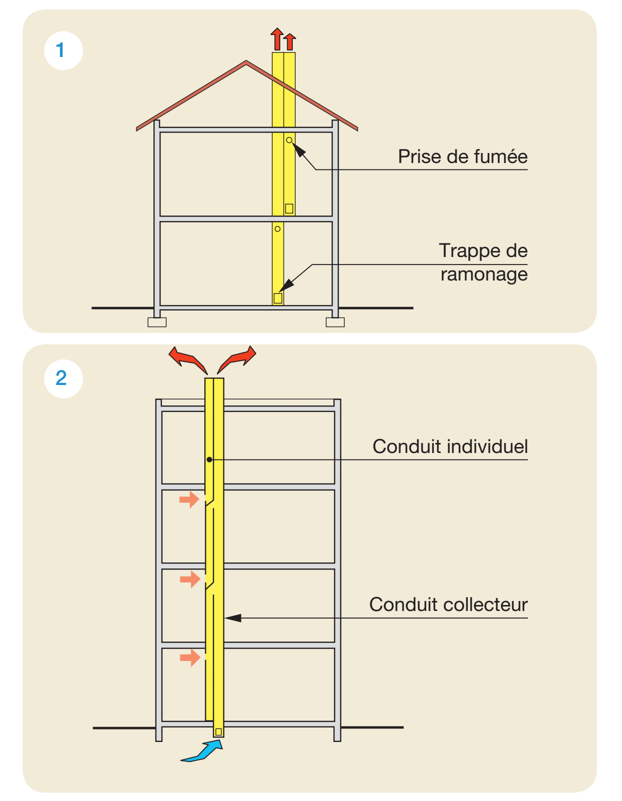
15.11 Conduits individuels (fig. 1)

Ils ne peuvent desservir qu'un seul foyer par étage. Chaque conduit doit comporter une trappe de ramonage en partie basse.

15.12 Conduits à gaine collectrice (fig. 2)

Ce type de conduit est utilisé pour les bâtiments collectifs. Les boisseaux comportent un conduit individuel de 250 cm^2 de section et un conduit collecteur de 400 cm^2.

- On ne peut raccorder qu'une pièce par niveau.
- Les pièces desservies doivent ouvrir sur la même façade.
- On ne peut raccorder plus de cinq niveaux au collecteur.



SECTION DES CONDUITS DE FUMÉES

Hauteur de conduit en mètres : 1, 5, 10, 20, 30

Section en dm² : 10, 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600

Puissance en kWatts

Fioul : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60

Charbon : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80

Exemple : pour un chauffage au fioul, une hauteur de conduit de 9 m et une puissance de 80 kWatts la section est de : **5,6 dm²**

15.13 Réglementation

15.131 Nombre de conduits par logement

La réglementation en vigueur n'impose aucun conduit de fumée sauf évidemment celui des chaufferies. Il est toutefois recommandé au projeteur d'en prévoir un dans la cuisine et un autre dans une quelconque des pièces principales.

15.132 Section des conduits

- Foyers fermés : 250 cm² minimum.
- Foyers ouverts 400 cm² minimum.
- Conduits de chaufferie : suivant la puissance installée avec un minimum de 400 cm² (consulter l'abaque page précédente pour déterminer la section des conduits en fonction de la puissance thermique installée).

15.133 Hauteur des souches

Pentes > 15°

- Dans un bâtiment isolé, la souche doit dépasser d'au moins 40 cm le faîtage (fig. 1).
- Dans les bâtiments groupés, la souche doit dépasser d'au moins 40 cm tout obstacle situé dans un rayon de moins de 8 m (fig. 2).

REMARQUE :

Dans le cas où le conduit est équipé d'un dispositif anti-refouleur et s'il n'existe pas d'obstacle à moins de 8 m, on peut arrêter la souche à la hauteur du faîtage.

Pentes ⩽ 15°

- La souche doit dépasser la terrasse de 1,20 m si l'acrotère mesure moins de 20 cm.
- La souche doit dépasser l'acrotère de 1,00 m si ce dernier mesure plus de 20 cm (fig 3).

15.14 Sécurité incendie

La paroi intérieure de tout conduit doit être éloignée d'au moins :

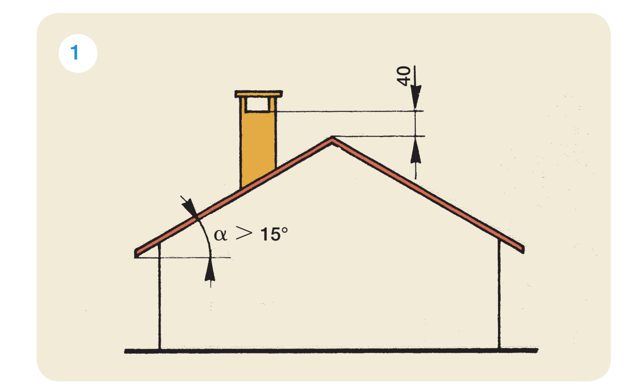
- 16 cm des pièces de charpente en bois.
- 11 cm des pièces de charpente métallique.
- 7 cm des pièces de menuiserie.

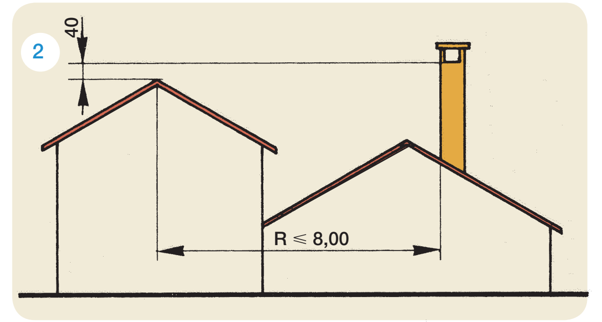
REMARQUE :

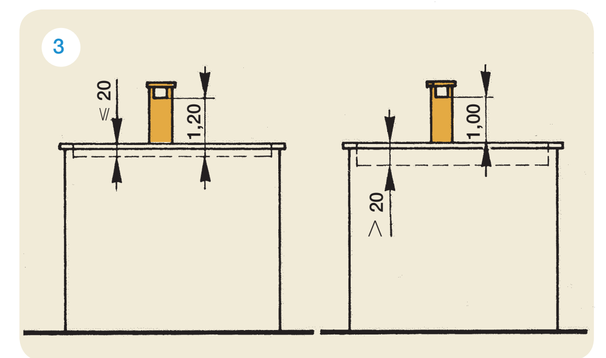
Cette dernière condition implique que l'épaisseur des bois-seaux soit d'au moins 7 cm. Si ce n'est pas le cas, ceux-ci devront être doublés.

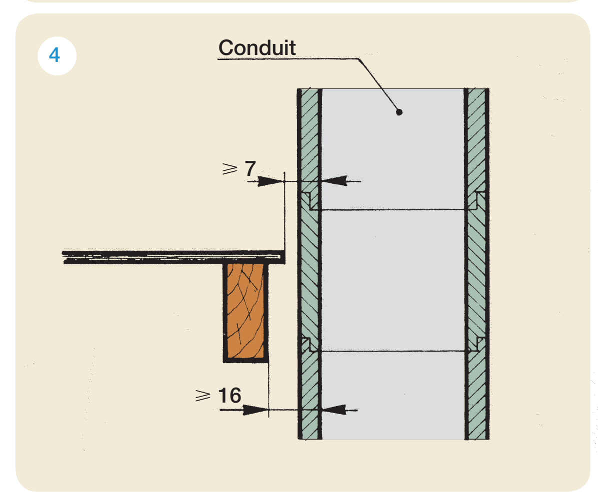
15.15 Dévoiements

L'angle maximum est de 20° par rapport à la verticale.









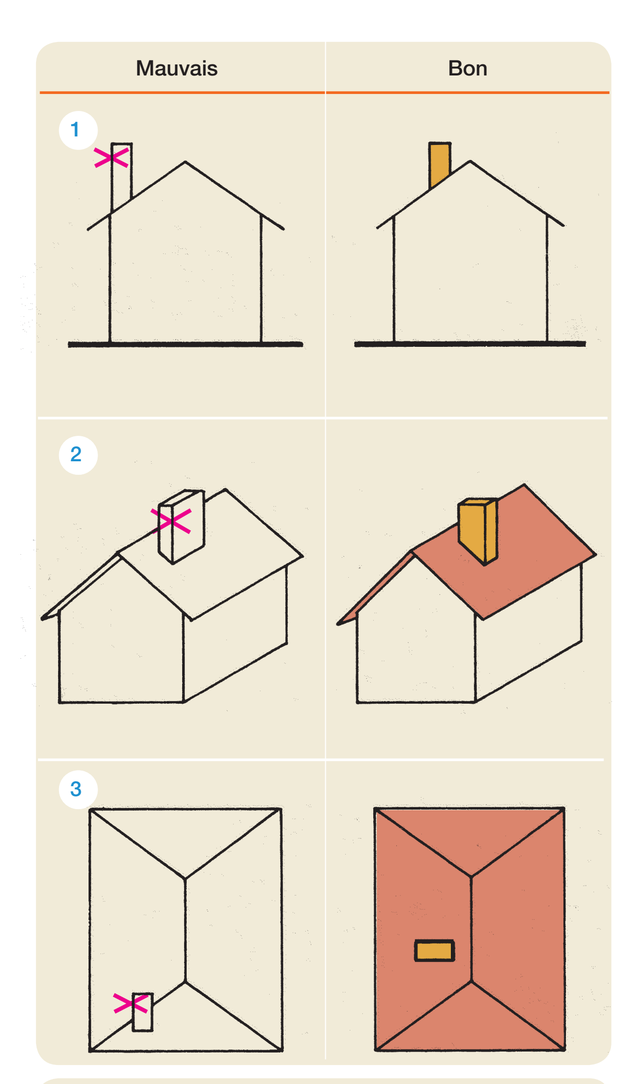
15.16 Conseils pour l'implantation et la réalisation

15.161 Implantation des conduits

- Regrouper les conduits en un minimum de souches.
- Éviter de placer des conduits contre les murs extérieurs.
- S'efforcer de faire sortir les souches le plus près possible du faîtage (fig. 1) afin de limiter leur hauteur visible.
- Dissimuler les conduits (pièces sanitaires, placards et angles des pièces).
- Disposer les grandes souches perpendiculairement au faîtage afin de ne pas gêner l'écoulement de l'eau (fig. 2).
- Veiller à ce que les conduits ne rencontrent pas des pièces importantes de la charpente (fig. 3).

15.162 Exécution des conduits

- Décaler les joints de deux conduits montés côte à côte.
- Ne pas faire de joints dans les traversées de planchers.
- Isoler les conduits dans les locaux non chauffés et dans la traversée des combles.
- Ne pas solidariser les conduits avec les planchers et la charpente.
- Fonder les souches importantes.
- Ne pas incorporer un conduit dans un mur. Une face doit toujours rester accessible.



15.17 Représentation sur les dessins

La réglementation et l'usage ont établi les conventions suivantes :

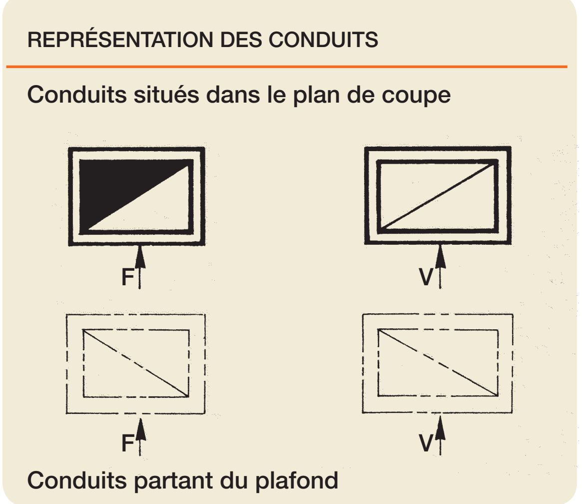
- Représenter les conduits par des ronds, des carrés ou des rectangles en fonction de leur forme et autant que possible à l'échelle du dessin.
- Préciser par une lettre la nature du conduit :

F = Fumée.

V = Ventilation.

AF = Air frais.

- Indiquer par une flèche la pièce et l'étage où le conduit est raccordé.
- Les conduits partant en plafond sont dessinés en trait mixte fin à deux tirets.



15.2 Ventilation des logements

15.21 Principe

La réglementation actuellement en vigueur (arrêté du 24 mars 1982) fait obligation d'une ventilation permanente des logements, même en hiver avec les fenêtres fermées. Pour cela, l'air doit pouvoir entrer librement par les pièces principales (séjour, chambres) et être extrait dans les pièces de service (cuisine, salle de bains, W.-C.). L'extraction peut être naturelle ou mécanique (fig. 1).

15.22 Solutions de principe

Les principes ci-dessus peuvent être satisfaits avec les dispositions suivantes :

- Entrées d'air par bouches autoréglables en façade et extraction par conduits individuels (fig. 2).
- Entrées d'air par bouches autoréglables en façade et extraction par conduits collectifs (fig. 3).
- Entrées et extraction de l'air par conduits (ventilation mécanique à double flux).

15.23 Ventilation limitée à certaines pièces

Pour les maisons individuelles isolées, jumelées ou en bandes situées dans les zones climatiques H2 ou H3 (voir carte p. 205), la ventilation peut être assurée par les dispositions qui suivent.

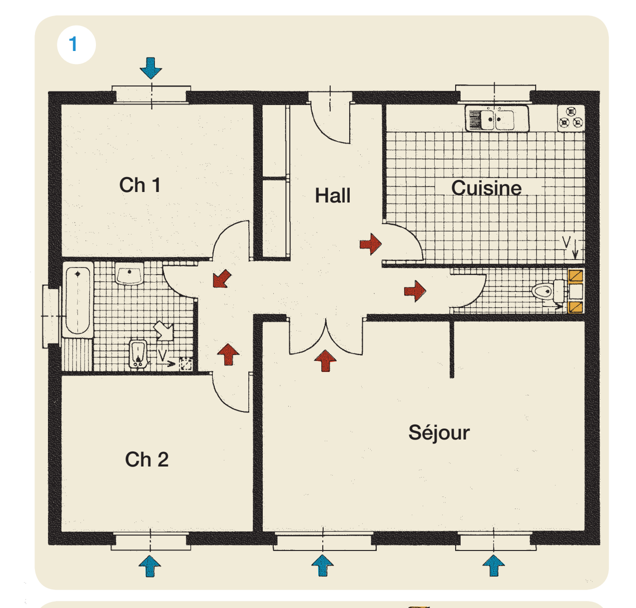
15.231 Ventilation des cuisines

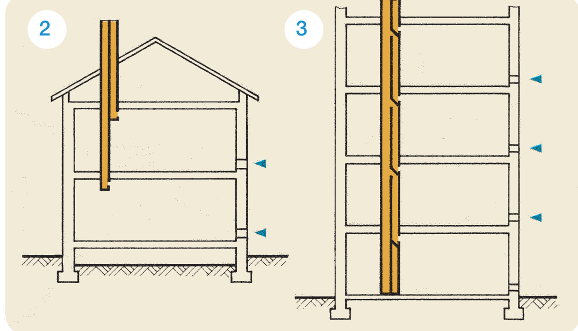
Elle doit être assurée par un conduit vertical à tirage naturel ou mécanique.

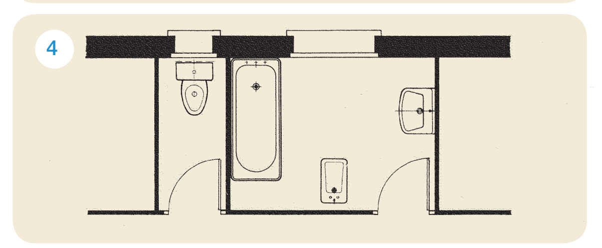
15.232 Ventilation des autres pièces de service

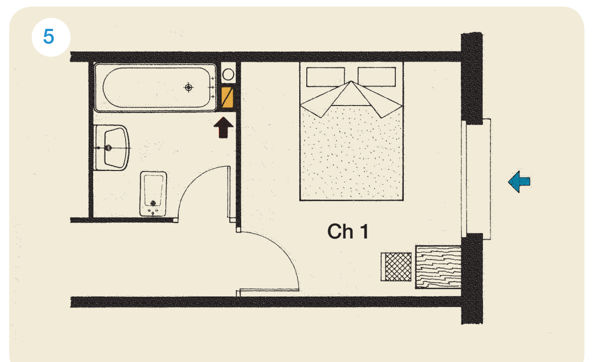
- Si ces pièces possèdent des ouvrants, la ventilation se fait par les ouvertures et aucun conduit n'est nécessaire (fig. 4).
- Si ces pièces ne possèdent pas d'ouvrants, la ventilation se fait par un conduit vertical à tirage naturel ou mécanique (fig. 5).

Chaque pièce principale doit posséder une entrée d'air en façade. Les débits à assurer sont ceux indiqués au paragraphe 15.24.









15.24 Débits à extraire

DÉBITS NORMAUX en m³/h					
Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5 et plus
Cuisine	75	90	105	120	135
Salle de bains avec ou sans WC	15	15	30	30	30
Autre salle d'eau*	15	15	15	15	15
W.-C. unique	15	15	15	30	30
W.-C. multiple**	15	15	15	15	15

* On désigne par « autre salle d'eau » la deuxième salle de bains d'un logement.
** Un W.-C. est considéré comme multiple s'il en existe au moins deux dans un logement.

Afin de limiter les déperditions thermiques qu'entraîne la ventilation, il est admis, pendant les périodes où les pièces de service ne sont pas utilisées, de réduire le débit de l'air extrait aux valeurs ci-contre.

DÉBITS RÉDUITS en m³/h							
Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimum	35	60	75	90	105	120	135
Débit en cuisine	20	30	45	45	45	45	45

Les entrées d'air ont un débit de 30m³/h pour les pièces ⩽ 18 m², de 60 m3/h pour les pièces > 18 m²

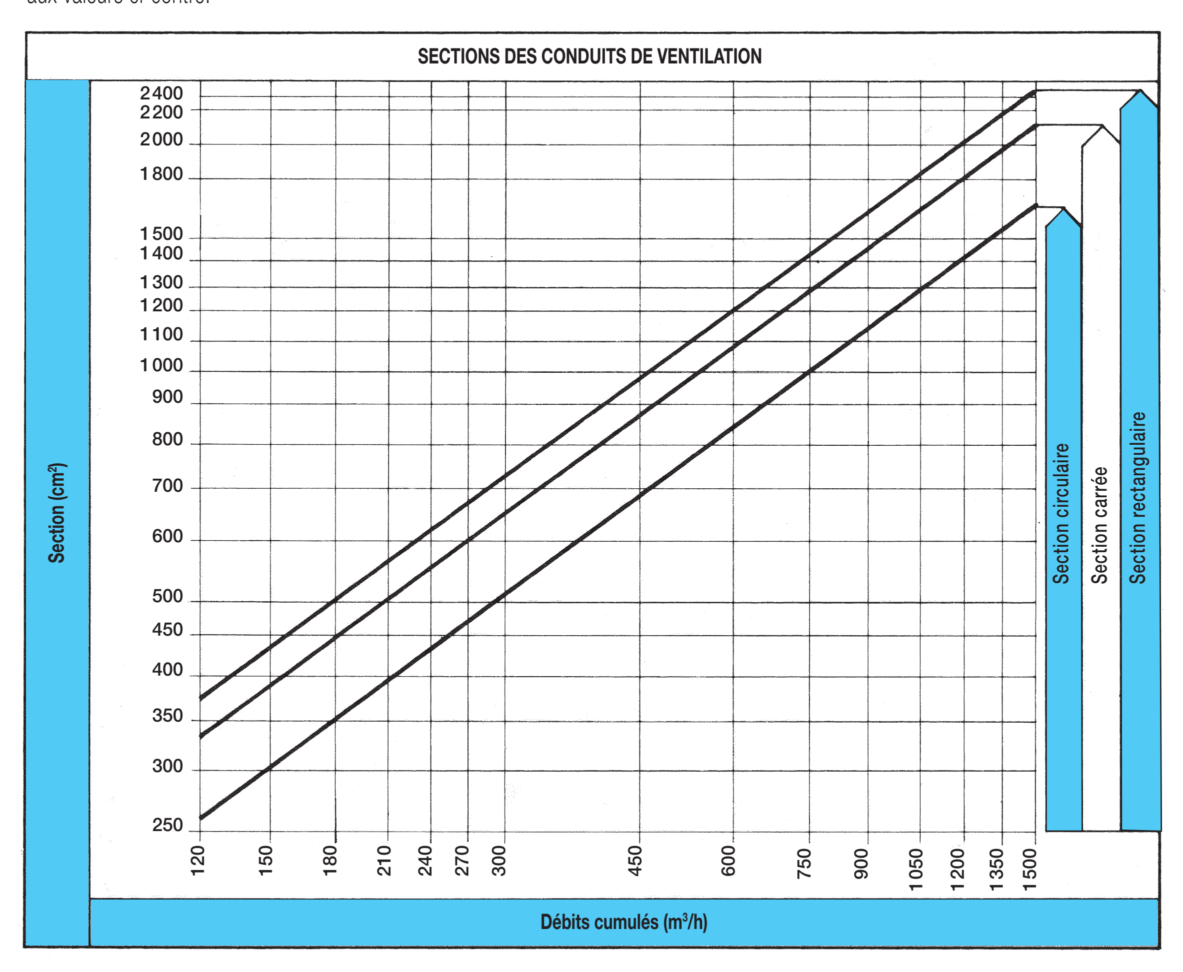
15.241 Conduits individuels

- Ils ne peuvent desservir qu'une seule pièce.
- Ils ne peuvent comporter plus de deux dévoiements dont l'angle, par rapport à la verticale, ne devra pas dépasser 20°.

15.242 Conduits collectifs

- Le conduit individuel ne peut desservir qu'une pièce par niveau.
- Un collecteur qui dessert des cuisines ne peut desservir des salles de bains ou des W.-C.

REMARQUE : Pour les débouchés en toiture, voir chapitre 15.13.



15.3 Ventilation mécanique

Trois techniques de ventilation mécanique (VMC) peuvent être utilisées.

15.31 Ventilation simple flux (fig. 1)

- Des bouches d'entrée d'air (autoréglables par la pression du vent) sont placées en partie haute des pièces principales, généralement dans les menuiseries.
- Des bouches d'extraction également autoréglables sont placées en partie haute des pièces de service.

Ces bouches sont raccordées :

– soit par des gaines horizontales souples placées en combles pour les maisons individuelles,

– soit à des colonnes montantes pour les collectifs.

- Un extracteur placé en combles (ou en terrasse) collecte les différentes gaines d'extraction et rejette l'air vicié à l'extérieur.

15.32 Ventilation double flux (fig. 2)

Cette technique consiste à récupérer les calories de l'air vicié, et de s'en servir pour réchauffer l'air neuf avant de l'insuffler dans le logement. L'organe principal de ce dispositif est un groupe moto-ventilateur qui assure à la fois l'aspiration de l'air neuf, l'extraction de l'air vicié et l'échange thermique.

15.33 Ventilation hygroréglable (fig. 3)

Dernière née des VMC, ce procédé à simple flux vise à ajuster le débit de ventilation à l'hygrométrie du logement.

- Des détecteurs d'humidité (hygrostats) sont placés dans la cuisine et les salles d'eau, ils sont raccordés à l'extracteur qui va réguler le débit pièce par pièce en fonction des besoins.
- Dans les WC, un bouton poussoir manuel active pour une durée de 30 minutes une aspiration de 30 m³/h.

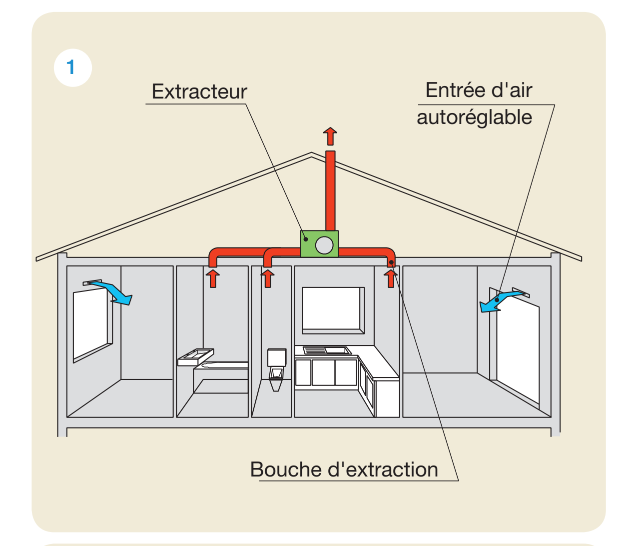
15.34 Débits et diamètres

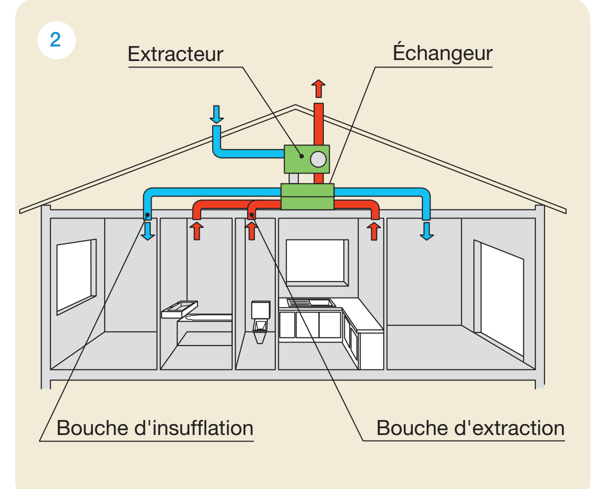
- Maisons individuelles :

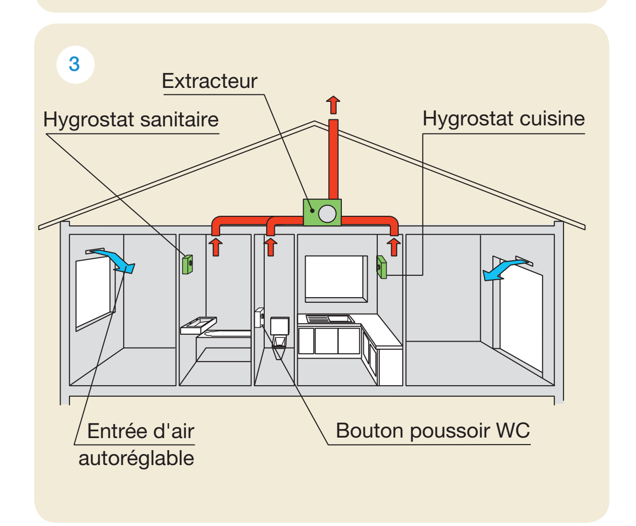
Cuisine ∅ 125 mm, S. de bains et WC ∅ 80 mm.

- Logements collectifs : voir tableau ci-dessous.

DIAMÈTRE DES GAINES COLLECTRICES			
Débit (m³/h)	Diamètre (mm)	Débit (m³/h)	Diamètre (mm)
135	125	500	225
200	160	650	250
280	180	900	280
370	200	1 250	315







16 Assainissement

16.1 Les réseaux urbains

16.11 Tout à l'égout (fig. 1)

Toutes les eaux sont regroupées dans une même canalisation et envoyées dans le collecteur sans traitement. Ce type de réseau tend à disparaitre, car il oblige à traiter toutes les eaux du bâtiment.

16.12 Système séparatif (fig. 2)

Pour limiter l'importance des stations d'épuration, on dissocie les eaux pluviales des eaux usées. Cela implique au niveau de l'habitation deux réseaux distincts.

16.13 Égout pluvial (fig. 3)

En l'absence de station d'épuration, un réseau collecte les eaux pluviales pour les rejeter vers le milieu hydraulique superficiel (rivière, mer…). Cela implique que l'usager traite ses eaux usées avant de les raccorder au réseau pluvial.

16.2 Les filières d'assainissement individuel

Selon le DTU 64-1 une filière d'assainissement autonome doit remplir les fonctions suivantes :

- **Le prétraitement** des EU et des EV (fosse toutes eaux ou micro station à boues activées).
- **L'épuration** des effluents prétraités (épandage souterrain, filtres à sable).
- **L'évacuation** des effluents épurés (épandage souterrain et exceptionnellement puits d'infiltration ou milieu hydraulique superficiel).

La figure 3 présente une filière constituée :

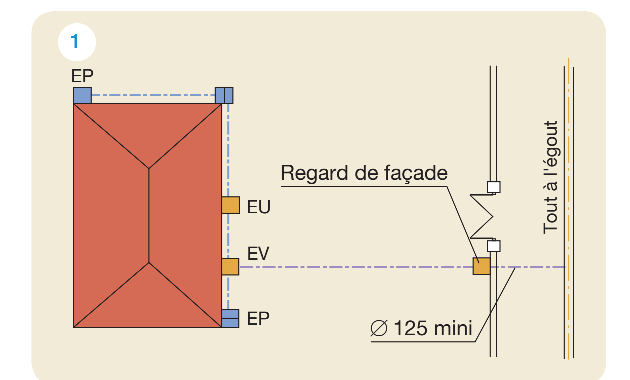
- d'une fosse toutes eaux pour le prétraitement,
- d'un filtre à sable vertical drainé pour l'épuration,
- d'un raccordement à l'égout pluvial.

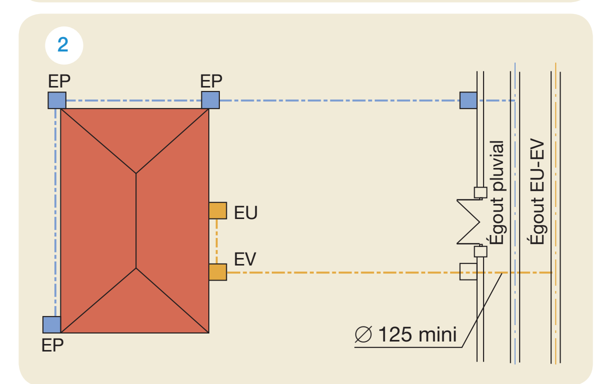
La figure 4 présente une autre filière constituée :

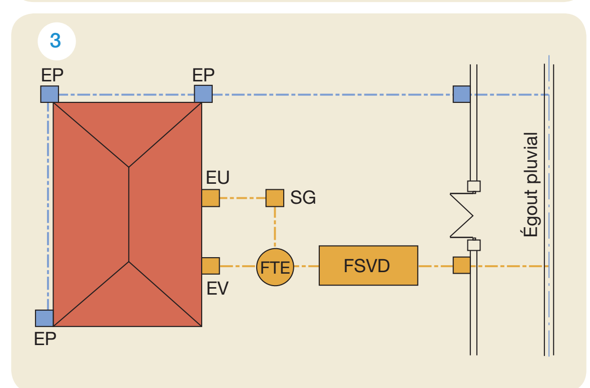
- d'une micro-station pour le prétraitement,
- d'un épandage souterrain qui assure l'épuration et l'évacuation.

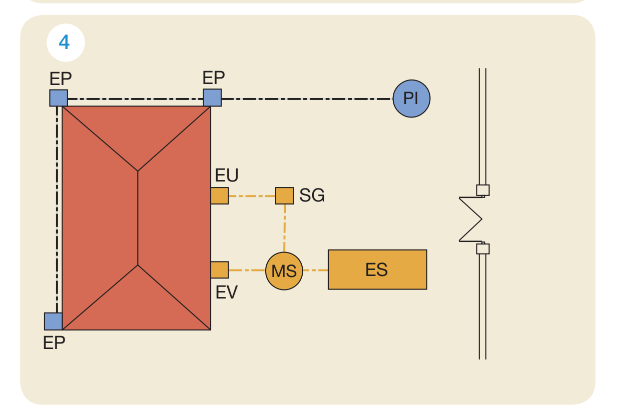
16.21 Les symboles utilisés

Symb.	Désignation	Symb.	Désignation
EP	Eaux pluviales	FTE	Fosse toutes eaux
EU	Eaux usées	ES	Épandage souterrain
EV	Eaux vannes	FSV	Filtre à sable vertical
SG	Séparateur à graisses	FSVD	Filtre à sable drainé
MS	Micro-station	PI	Puits d'infiltration







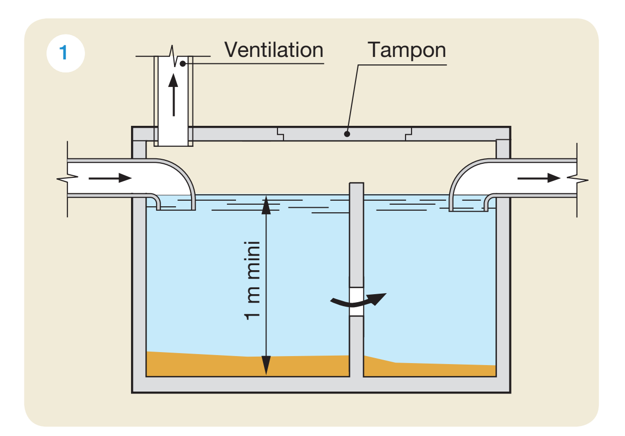


16.22 Fosse toutes eaux (fig. 1)

Une fosse toutes eaux est destinée à la collecte et à la liquéfaction partielle des matières polluantes contenues dans les EU et des EV.

- Sa profondeur utile doit être supérieure à 1 m.
- Elle doit être ventilée en partie haute.
- Un regard doit en permettre l'accès pour l'entretien.
- Les capacités sont données dans le tableau ci-dessous.

CAPACITÉ DES FOSSES TOUTES EAUX			
Nbre de pièces principales	Capacité (litres)	Nbre de pièces principales	Capacité (litres)
1 à 5	3 000	7	5 000
6	4 000	8	5 500



16.23 Micro-station à boues activées (fig. 2)

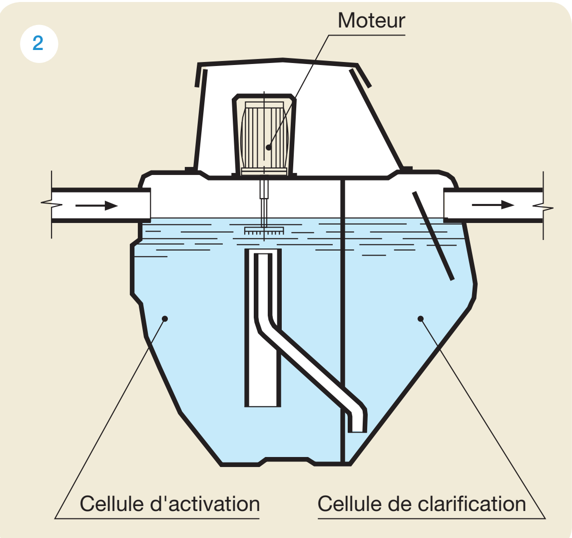
Cet appareil fonctionne suivant le principe des stations d'épuration urbaines. Il est composé de deux compartiments :

- La cellule d'activation dans laquelle un apport d'oxygène et une agitation mécanique intermittente favorisent le traitement bactérien de l'effluent.
- La cellule de clarification qui organise la décantation des boues et leur recyclage.

Le volume total d'une micro-station est ⩾ à 2 500 litres pour les habitations de 1 à 6 pièces. Au-delà le volume de l'appareil doit faire l'objet d'une étude particulière.

REMARQUE :

Les micro-stations comme les fosses toutes eaux doivent être l'objet d'une maintenance régulière.



16.24 Tranchées d'épandage (fig. 3)

Les tranchées d'épandage constituent le meilleur moyen pour assurer à la fois **l'épuration** et **l'évacuation** des effluents dans le sol.

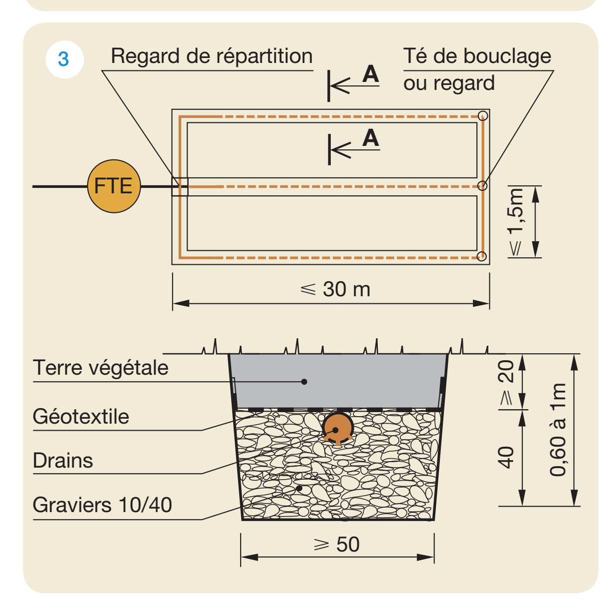
Les tranchées sont constituées de drains posés horizontalement dans des tranchées de faible profondeur.

- Section des tranchées : 0,5 × 0,6 m.
- Espacement des tranchées : 1,5 m.
- Longueur des drains : 15 à 30 m par pièce principale.
- Section des drains : ∅ 100 ou 125 mm.

REMARQUES :

Les drains doivent être distants d'au moins 3 m de la limite de propriété et des gros arbres et d'au moins 35 m d'un puits d'eau potable.

Légende des canalisations	
Tuyaux pleins	———
Tuyaux percés (drains)	- - - -



16.25 Lits d'épandage (fig. 1)

On les utilise dans les sols à dominante sableuse où il est difficile de réaliser des tranchées.

Comme les tranchées d'épandage, ils assurent à la fois l'épuration et l'évacuation des effluents dans le sol.

16.26 Filtre à sable vertical non drainé (fig. 2)

Ce procédé consiste à substituer au sol en place du sable, pour assurer l'épuration de l'effluent. Le FSV s'utilise dans les cas de sols sensibles ou fissurés, il assure l'évacuation des effluents dans le sol.

CAPACITÉ DES FILTRES À SABLE VERTICAUX			
Nbre de pièces principales	Surface (m²)	Nbre de pièces principales	Surface (m²)
1 à 4	20	6	30
5	25	7	35

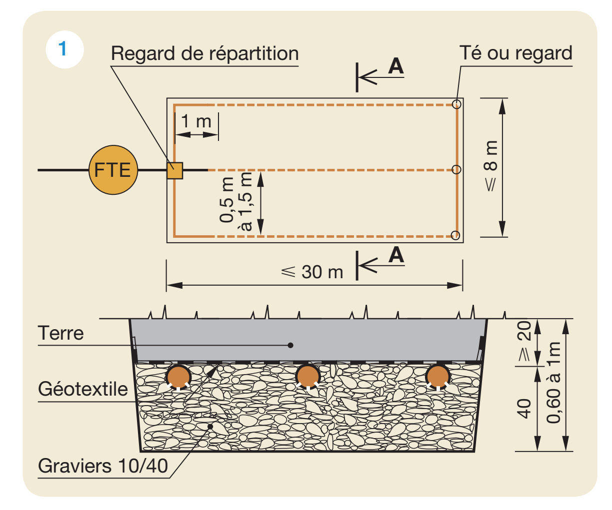
16 .27 Filtre à sable vertical drainé (fig. 3)

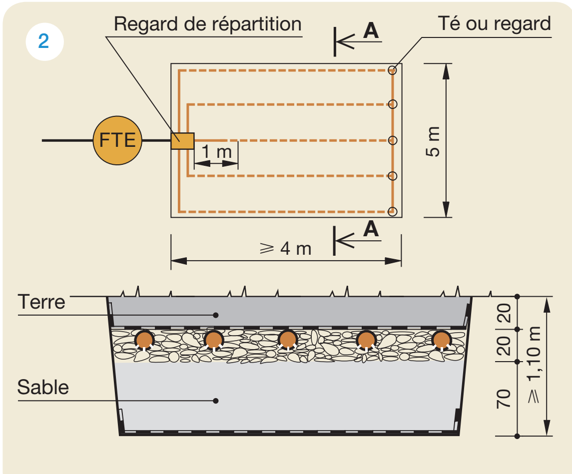
Procédé analogue au FSV, mais les effluents sont collectés en partie basse pour être dirigés vers un exutoire (milieu hydraulique superficiel ou puits d'infiltration).

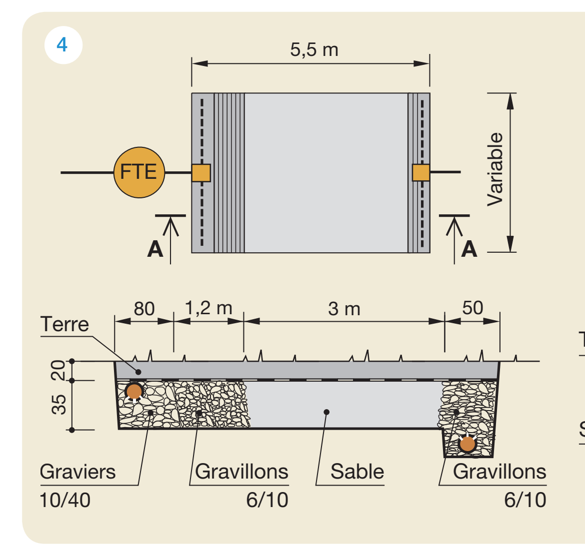
16.28 Filtre à sable horizontal (fig. 4)

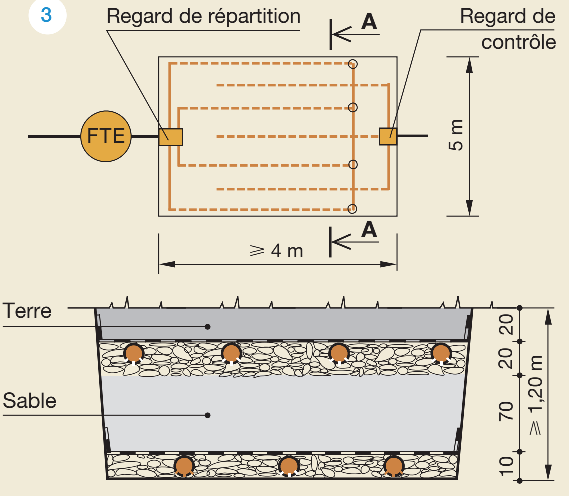
Système peu pratique à mettre en œuvre, on l'utilisera essentiellement lorsque l'on a une faible dénivellation entre l'arrivée des eaux usées et l'exutoire.

CAPACITÉ DES FILTRES À SABLE HORIZONTAUX			
Nbre de pièces principales	Largeur (m)	Nbre de pièces principales	Largeur (m)
1 à 4	6	6	9
5	8	7	10



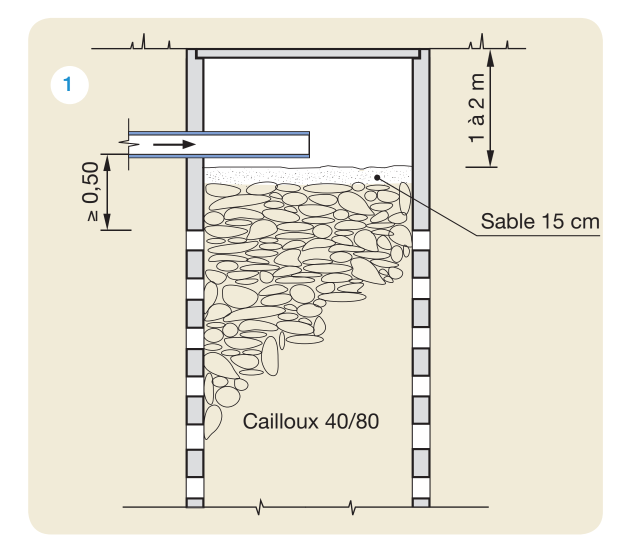






16. 29 Puits d'infiltration (fig. 1)

Il assure l'évacuation des eaux traitées dans le sol et se place soit après un filtre à sable vertical drainé, soit après un filtre à sable horizontal. Sa surface en contact avec le terrain (surface latérale et fond), doit être au moins égale à 2 m^2 par pièce principale.
Un puits d'infiltration doit être distant d'au moins 35 mètres de tout puisage d'eau.



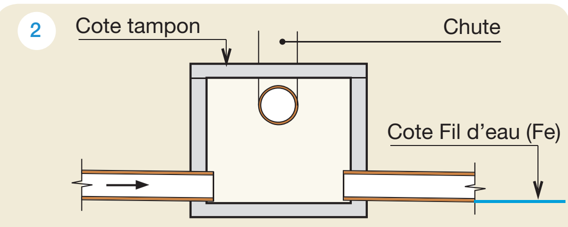
16.3 Les regards

Les regards assurent dans un réseau d'assainissement de multiples fonctions, du simple accès pour entretien au rôle de siphon. Ils doivent toujours rester accessibles.

16 .31 Regard de branchement (fig. 2)

On doit en mettre en place :

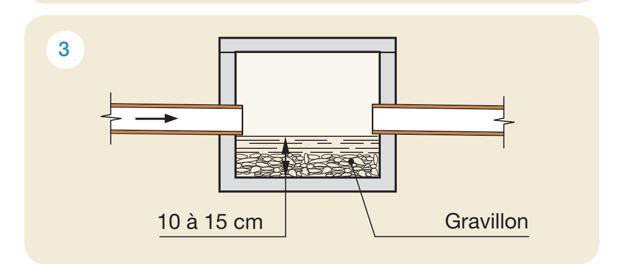
- au pied de chaque chute (ou à proximité immédiate) ;
- à chaque changement de direction ou de pente des canalisations ;
- à chaque intersection de canalisations ;
- tous les 15 à 20 mètres dans les sections droites.



DIMENSIONS DES REGARDS (CM)			
Profondeurs	Dimensions	Profondeurs	Dimensions
⩽ 40	30 × 30	80	60 × 60
50	40 × 40	120	80 × 80
60	50 × 50	⩾ 150	100 × 100

16.32 Regard décanteur (fig. 3)

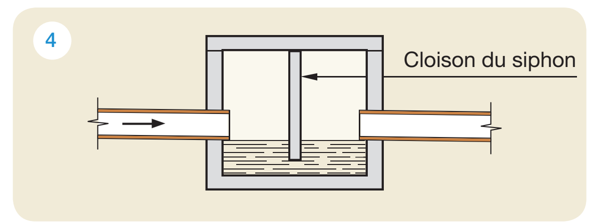
Il permet de retenir les matières lourdes véhiculées par les eaux et limite ainsi le risque de bouchage des canalisations. Ce type de regard est principalement utilisé dans les bâtiments industriels ; il doit être curé régulièrement.



16.33 Regard siphoïde (fig. 4)

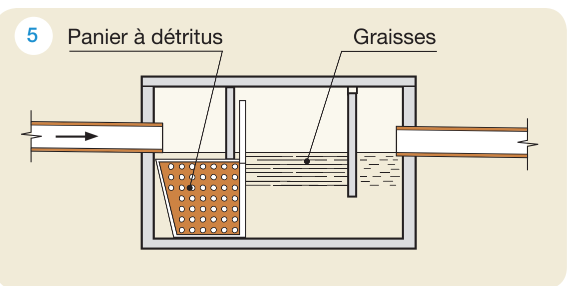
Ils sont utilisés chaque fois que l'on veut isoler une partie du réseau des odeurs. On doit en prévoir :

- avant le raccordement à l'égout,
- chaque fois que les odeurs des E.V. et des E.U. risquent de remonter par une chute d'eaux pluviales.



16.34 Séparateur à graisse (fig. 5)

Il est destiné à assurer la rétention des matières solides et des graisses contenues dans les eaux ménagères. Il est indispensable si la FTE est à 15 ou 20 mètres des chutes E.U. Sa capacité est d'au moins 200 litres pour la cuisine et de 500 litres si l'on raccorde toutes les E.U.



16.4 Canalisations

16.41 Nature

Les canalisations raccordant les différents regards d'un réseau sont réalisées en PVC, fibres-ciment, ciment.

16.42 Pentes minimales

Deux cas sont à considérer :

- Canalisations ne collectant que des eaux pluviales (E.P.), pente ⩾ 1 cm/m.
- Canalisations collectant des eaux usées (E.U.) et ou des eaux vannes (E.V.) : pente ⩾ 2 cm/m.

16.43 Diamètres

Ils se déterminent en fonction du débit à assurer et de la pente minimale compatible avec le projet.

- Calcul des débits : voir chapitre plomberie, page 158.
- Détermination des diamètres : voir tableau page 159.

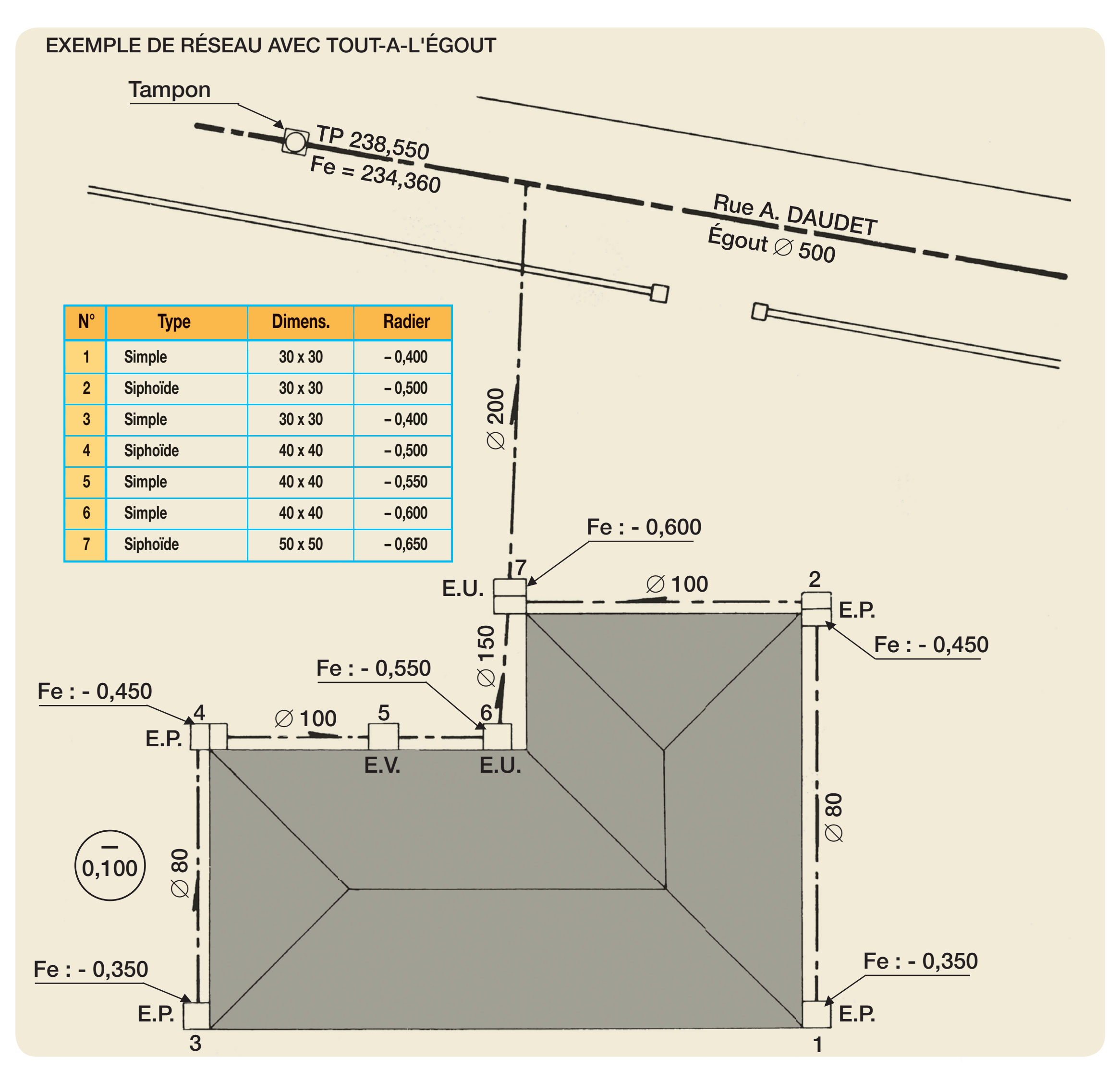
16.44 Les plans de V.R.D

Indiquer pour chaque canalisation :

- la pente de la canalisation.
- le diamètre du tuyau, son matériau

Indiquer pour chaque regard :

- ses dimensions
- sa cote "tamon" (si regard dans enrobés)
- sa cote "radier"



N°	Type	Dimens.	Radier
1	Simple	30 x 30	– 0,400
2	Siphoïde	30 x 30	– 0,500
3	Simple	30 x 30	– 0,400
4	Siphoïde	40 x 40	– 0,500
5	Simple	40 x 40	– 0,550
6	Simple	40 x 40	– 0,600
7	Siphoïde	50 x 50	– 0,650

17 Chaînages

Ce sont des éléments de renfort en béton armé placés dans les murs. Il existe des chaînages horizontaux et des chaînages verticaux. La figure 1 montre l'emplacement des chaînages qui doivent obligatoirement être réalisés, tant pour les murs en maçonnerie que pour les murs en B.A. (DTU 20-1 murs en maçonnerie, DTU 23-1 murs en béton armé).

17.1 Chaînages horizontaux

Rôle

Empêcher le gonflement des murs sous l'effet des charges verticales (« Effet tonneau »).

Emplacement

- À chaque étage, à l'intersection de chaque mur et du plancher (fig. 2).
- Au couronnement des murs du dernier étage.
- En contour des pignons.

Constitution

- Ils sont en général constitués d'aciers longitudinaux et de cadres. La figure 2 montre deux dispositions possibles.
- La continuité des armatures doit être assurée à toutes les jonctions de murs (fig. 3).

17.2 Chaînages verticaux

Rôle

Empêcher le soulèvement des angles des planchers sous les effets thermiques (« Effet pagode »).

Emplacement

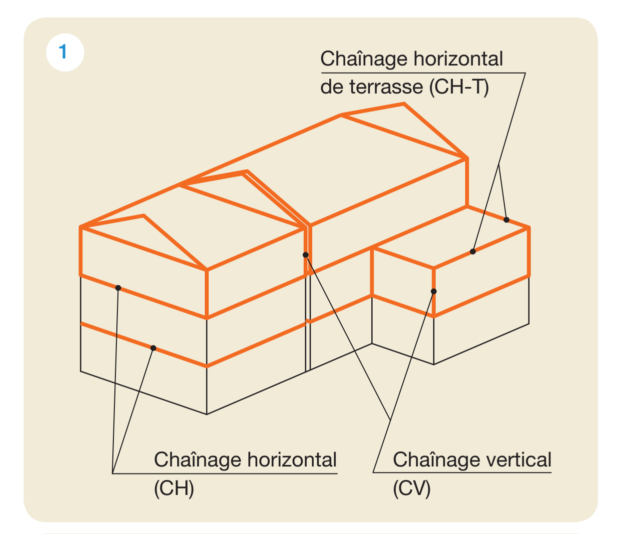
À chaque angle de murs dans la hauteur du dernier étage, quand le plancher haut est en béton armé ou précontraint (fig. 1).

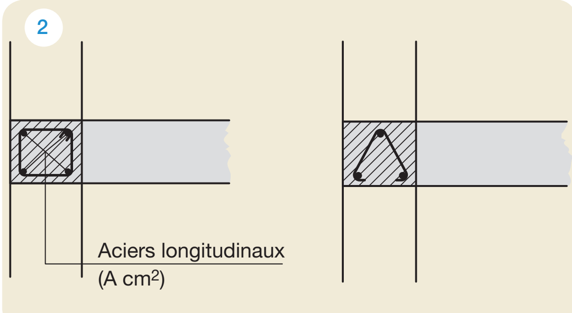
Constitution

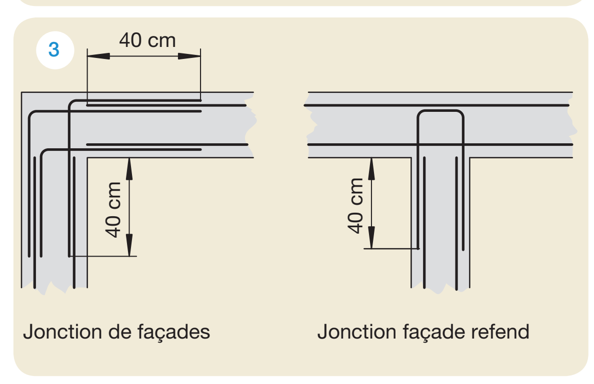
- Ils sont en général constitués d'aciers longitudinaux qui sont crochetés dans la dalle du dernier niveau.
- Pour les murs en maçonnerie, les aciers sont disposés dans des éléments d'angles spéciaux (fig. 4).

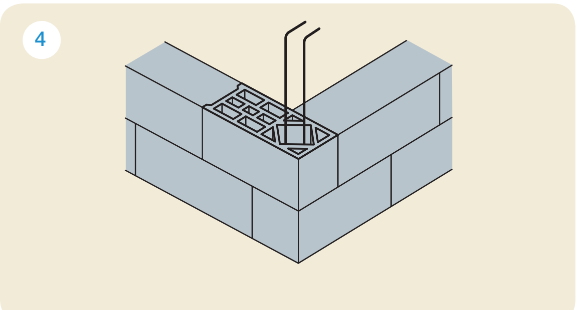
17.3 Sections d'aciers

SECTION DES ACIERS FEE 500 A (CM²)			
	CH	CV	CH-T
Murs en maçonnerie	1,5	1,5	3,08
Murs en B.A.	1,2	1,2	1,2









18 Humidité, gel

18.1 Protection contre l'humidité

Trois dispositions peuvent être prises (indépendamment ou conjuguées), pour protéger les bâtiments de l'humidité du sol.

18.11 Les drainages (DTU 20-12)

Ils sont à utiliser uniquement pour les terrains humides et peu perméables. Deux dispositions sont possibles :

- Le drainage de proximité (fig. 1a), le plus économique car réalisé dans la fouille existante.
- Le drainage à distance (fig. 1b), le plus efficace.

La figure 2 montre la constitution d'un drainage.

18.12 Les coupures étanches

Cette disposition vise à empêcher les remontées capillaires dans les murs. Elle est conseillée dans tous les cas. Les coupures peuvent être réalisées par :

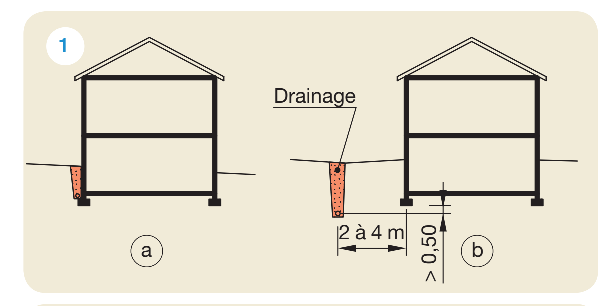
- Des bandes ou feuilles de polyéthylène de 200 µ.
- Des bandes bitumineuses 27S ou TV40.
- Des arases au mortier hydrofugé de 2 cm d'épaisseur.

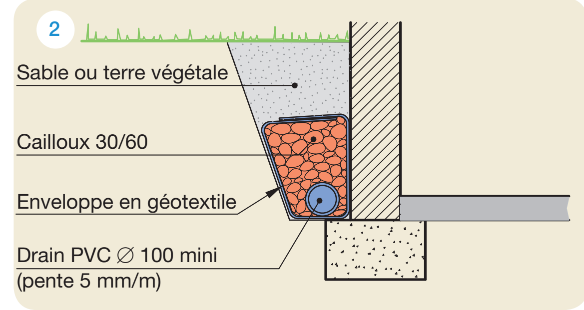
Les figures 3 et 4 montrent des coupures étanches dans les cas de dallage et de vide sanitaire (ou sous-sol).

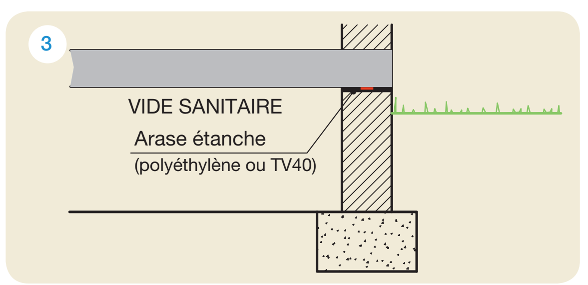
18.13 Enduits et écrans étanches

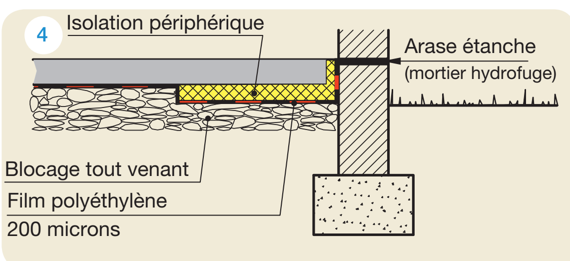
Ils visent à protéger le parement extérieur des murs enterrés. Trois dispositions peuvent être utilisées :

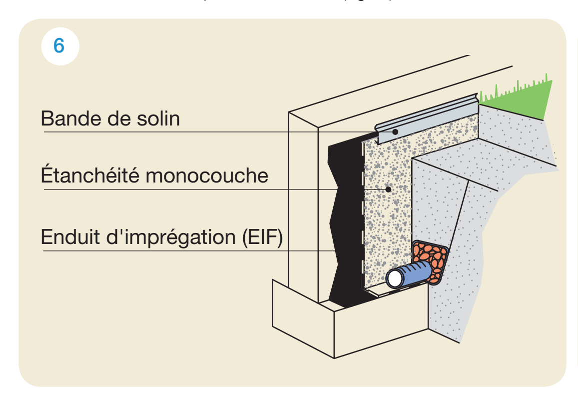
- Une peinture bitumineuse (dans tous les cas).
- Un enduit traditionnel hydrofuge en deux couches.
- Un écran en polyéthylène de type « DELTA-MS » (fig. 5).
- Une étanchéité monocouche en bitume élastomère dans les cas de forte présence d'eau (fig. 6).

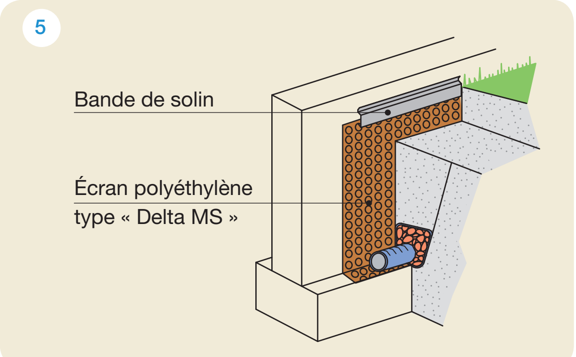












18.2 Protection contre le gel

18.21 Détermination de la profondeur

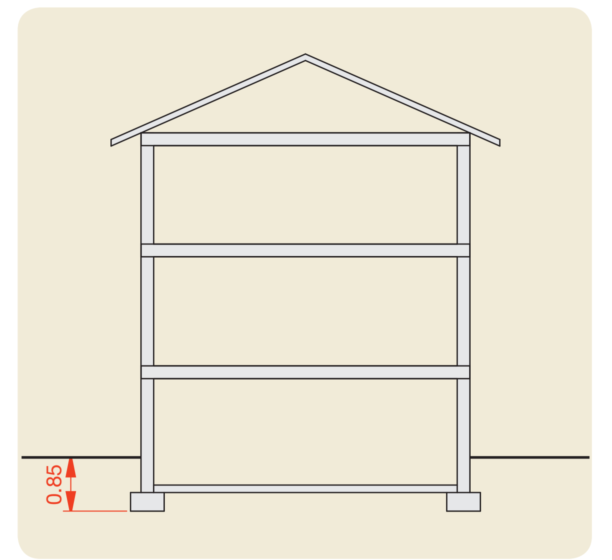
- Elle ne fait pas l'objet d'une norme, bien que les D.T.U. préconisent 0,50 m en région tempérée et 1 m au moins en montagne. On peut, d'après les travaux de M. Cadiergues, utiliser la carte ci-dessous.
- Ces valeurs sont à majorer en fonction de l'altitude de 5 cm par tranche de 200 m, au dessus de 150 m d'altitude.

18.22 Exemple de calcul

Soit un bâtiment situé à une altitude de 600 m dans le département du Rhône. On aura une profondeur de :

- De 0 à 150 m = 0,70 m.
- Au dessus de 150 m = $\frac{(600-150)}{200} \times 0,05 = 0,11$ m.

Soit au total : 0,81, on prendra 0,85 m.



Légende	Profondeur
	0,40 m
	0,50 m
	0,60 m
	0,70 m
	0,80 m
	0,90 m

19 Cloisons

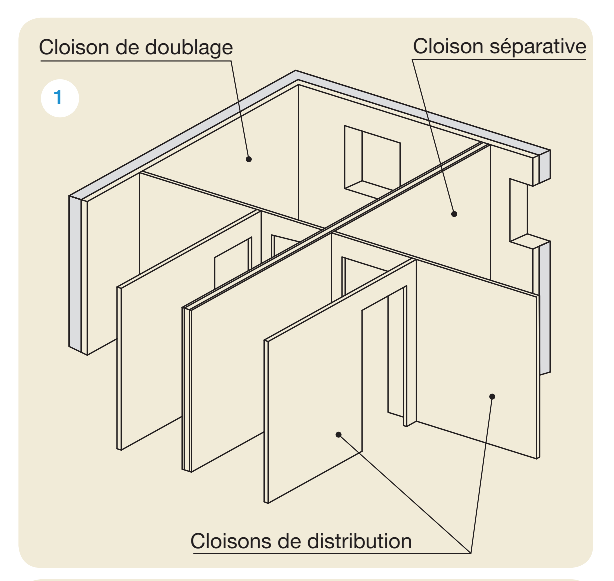
19.1 Définition

Les cloisons sont des éléments verticaux non porteurs dont la fonction principale est de cloisonner les locaux.

La figure 1 montre les différentes utilisations des cloisons, qui assurent, selon les cas, des fonctions :

- d'isolation thermique (doublage),
- d'isolation acoustique (séparative et doublage),
- de coupe feu (dans tous les cas).

Les cloisons peuvent être réalisées à l'aide de petits éléments (briques plâtrières, carreaux de plâtre) ou de grands éléments (plaques de plâtre).



19.2 En carreaux de plâtre (DTU 25-31)

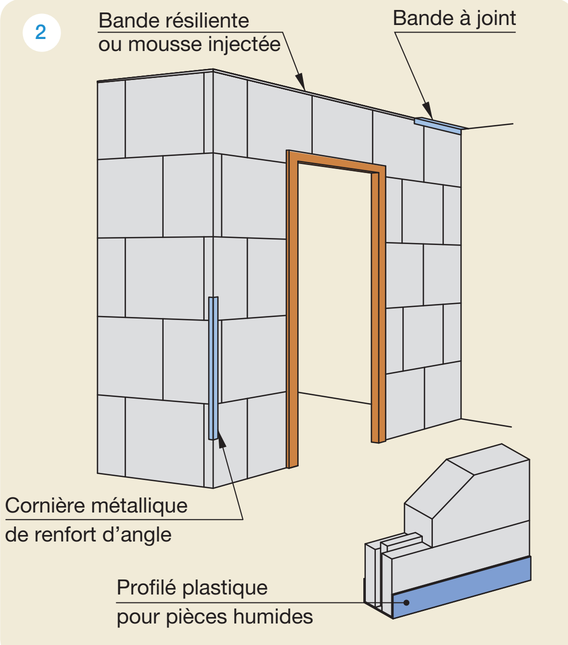
Les carreaux de plâtre sont des éléments de 66,6 × 50 cm assemblés par languette et rainure et collés entre eux ; ils reçoivent un enduit mince de finition.

Il existe une gamme de produits pour répondre aux différentes exigences de la construction :

- **Standard** pour les travaux courants.
- **Hydrofugé** pour les pièces humides (HYDRO).
- **Haute dureté** pour locaux sollicités (THD).
- **Alvéolés** pour la réhabilitation.

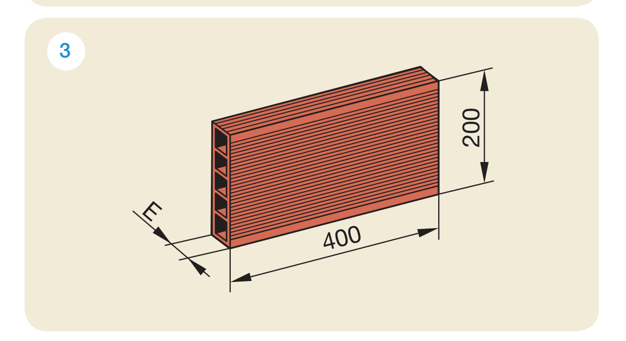
CARACTÉRISTIQUES DES CARREAUX DE PLÂTRE						
	Standard & hydro				THD	
Épaisseurs (mm)	50	60	70	100	70	100
Masse au m² (kg)	51	60	72	104	84	120
R thermique (m²/K.W)	0,14	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2
Aff. acoustique R (dBA)	31	33	34	38	35	41
Feu CF (h)	1	2	3	4	3	4

La figure 2 montre les dispositions à prendre dans la mise en œuvre des carreaux de plâtre.



DIMENSIONS MAXI DES CLOISONS EN CARREAUX DE PLÂTRE				
Épaisseurs (mm)	50	60	70	100
Hauteur maxi (m)	2,6	2,6	3	4
Écartement des raidisseurs (m)	5	5	6	8
Surface maxi entre raidisseurs (m²)	13	13	18	32

19.3 En briques plâtrières (DTU 20-1)



DIMENSIONS MAXI DES CLOISONS EN BRIQUES				
Épaisseurs (mm)	35	40 à 55	60 à 75	80 à 110
Hauteur maxi (m)	2,6	3	3,5	4
Écartement des raidisseurs (m)	5	6	7	8

19.4 En plaques de plâtre

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des plaques standard utilisées pour les cloisons.

CARACTÉRISTIQUES DES PLAQUES STANDARD					
Désignation	Épais. mm	Largeur m	Longueur m	Masse kg/m²	Clas. feu
BA10	9,5	1,20	2,00 à 2,60	8	M1
BA13	12,5	1,20	2,00 à 3,00	10	M1
BA15	15	1,20	2,50 à 3,00	12,5	M1
BA18	18	1,20	2,50 à 3,00	15,5	M1
BA23	23	1,20	2,50	18	M1

NOTA : comme les carreaux de plâtre, les plaques existent en version hydrofuge, haute résistance et feu.

19.41 Cloisons alvéolaires

Elles sont constituées d'un ensemble de deux plaques de plâtre enserrant un réseau d'alvéoles en carton. La figure 1 montre le principe de mise en œuvre de ces éléments et le tableau ci-dessous en précise les caractéristiques et performances.

CARACTÉRISTIQUES DES CLOISONS ALVÉOLAIRES						
Épais. mm	Plaque	H maxi. m	Masse kg/m²	CF h	R acoust. dB	R therm. m².K/W
50	BA10	2,60	17	1/4	26	0,30
60	BA10	2,60	17	1/4	26	0,30
72	BA13	3,00	21	1/2	28	0,30

19.42 À ossature métallique (DTU 25-41)

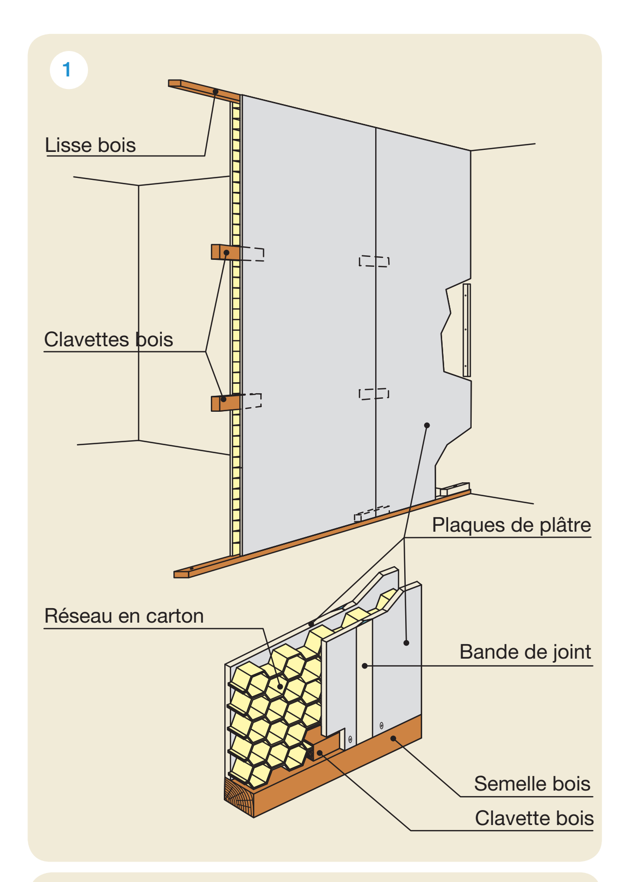
Ce type de cloison permet de s'adapter à toutes les contraintes de construction :

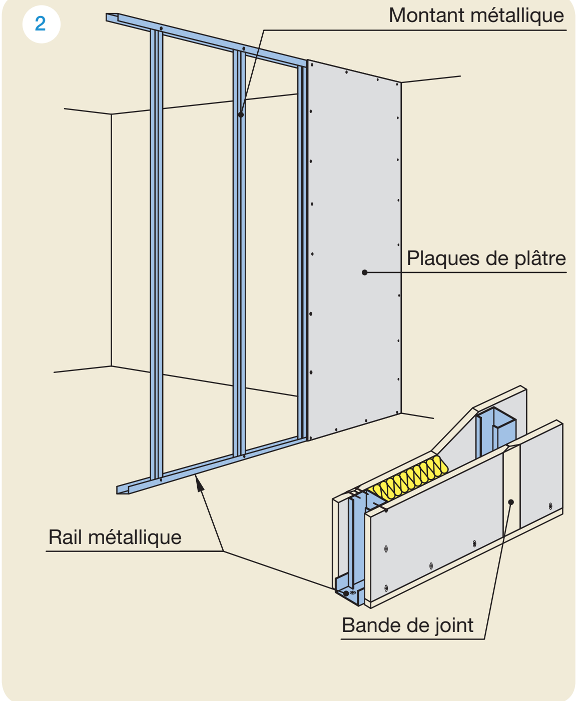
- **d'isolation thermique**, en interposant un matelas de laine de roche entre les deux plaques,
- **d'isolation acoustique** en doublant, voire triplant, les épaisseurs de plaques de parement,
- **de hauteur** en accolant deux montants pour augmenter l'épaisseur de la cloison (de 170 à 300 mm).

Voir figure 2 le principe de mise en œuvre de ce type de cloison. Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des cloisons standard à base de plaques BA13 et BA15.

CARACTÉRISTIQUES DES CLOISONS À OSSATURE MÉTALLIQUE							
Épais. mm	Plaque	H maxi. m	Masse kg/m²	CF h	R acoust. sans isol.	R acoust. avec isol.	R therm. m².K/W
72	2 BA13	3,00	22	1/2	33	39	1,23
100	2 BA15	3,70	26	1/2	37	43	2,08
120	2 BA15	4,25	26	1/2	37	44	2,73
130	2 BA15	4,55	27	1/2	39	45	2,73

NOTA : le coupe feu passe à 1h avec des plaques MO.





19.5 Les complexes de doublage (DTU 25-42)

19.51 Les produits

Les complexes isolants de doublage sont constitués d'une plaque de plâtre BA10 à laquelle est associé un isolant qui peut-être :

- Du polystyrène expansé de différentes catégories.
- Du polystyrène extrudé.
- De la mousse de polyuréthanne.
- De la laine de roche.

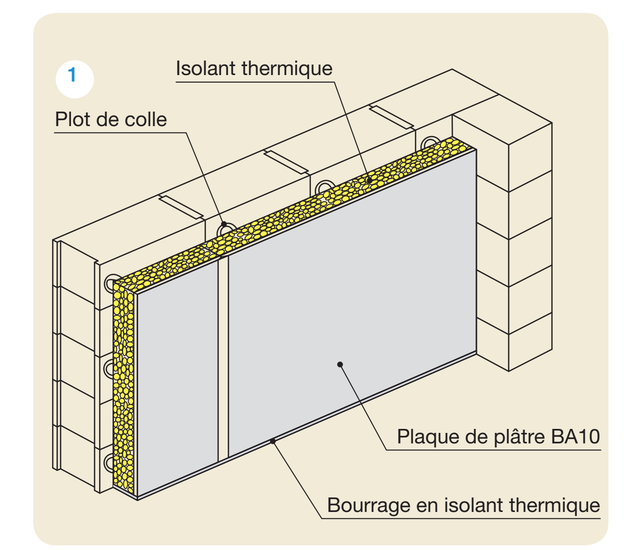
19.52 La mise en œuvre

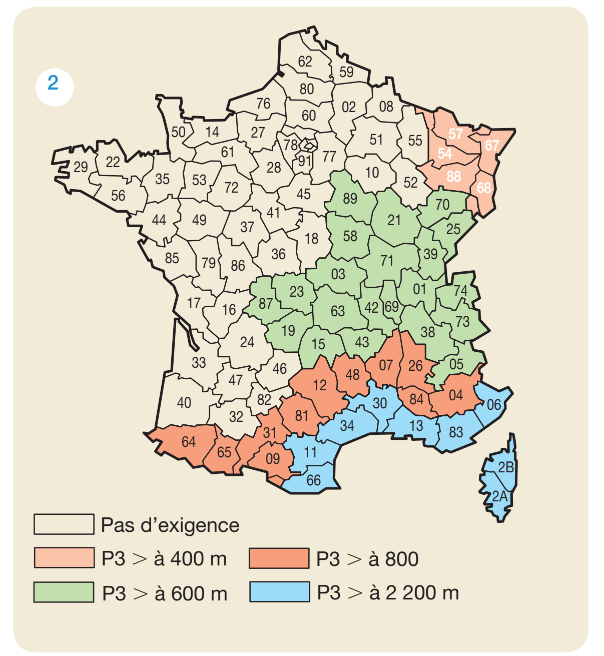
- Les complexes sont collés contre le mur à l'aide de plots de colle spécifique (fig. 1).
- Les plaques étant coupées un peu plus courtes pour des commodités de mise en place, il doit être prévu un bourrage d'isolant en pied des panneaux (laine de roche ou mousse injectée).
- Dans les pièces humides, le pied des panneaux doit être protégé par un film polyane dépassant d'au moins 2 cm la hauteur du sol fini.

19.53 Perméance

Selon l'isolant utilisé et son épaisseur, les complexes possèdent un indice de perméance (P1, P2, P3), qui définit leur aptitude à empêcher la migration de la vapeur d'eau et les condensations dans l'isolant.

- La carte ci-contre (fig. 2) indique les départements et les altitudes pour lesquels il est requis un complexe de perméance P3.
- Les complexes à base de mousse de polyuréthanne sont classés P3, pour les autres, il sera nécessaire d'utiliser des complexes possédant un pare vapeur.





PERFORMANCES THERMIQUES DES COMPLEXES DE DOUBLAGE										
Isolant		Résistance thermique du complexe (m^2.K/W)								
Nature	λ (W/m.K)	Épaisseur (mm)								
		10 + 20	10 + 30	10 + 40	10 + 50	10 + 60	10 + 70	10 + 80	10 + 90	10 + 100
Polystyrène expansé	0,038	0,60	-	1,10	-	1,65	1,90	2,15	2,40	2,70
Polystyrène expansé	0,035	0,60	-	1,20	-	1,75	-	2,35	-	2,90
Polystyrène extrudé	0,028	-	1,10	1,50	1,85	2,20	-	2,90	-	3,60
Polyuréthane	0,027	-	1,10	1,55	1,90	2,25	-	3,00	-	3,75
Laine de roche	0,035	-	0,90	1,20	1,50	1,75	2,05	2,35	2,60	2,85

20 Les dessins d'exécution

Ce sont des dessins réalisés par les bureaux d'études spécialisés du gros-œuvre. Ils comprennent :

- **les dessins de coffrage** (planchers, voiles, fondations),
- **les plans de pose** (planchers à poutrelles et entrevous, prédalles, éléments préfabriqués),
- **les dessins d'armatures** des différents éléments de la structure de l'ouvrage.

20.1 Dessins de coffrage

C'est l'ensemble des vues (plans, coupes verticales, élévations, détails) qui définissent les formes brutes des différentes parties d'ouvrages, le béton étant supposé non coulé. Chaque élément est généralement repéré par une lettre suivie d'un indice. Ces conventions sont détaillées élément par élément dans les tableaux des pages 80 et 81.

20.11 Plan de coffrage des dalles

Il doit être fait un plan pour chaque plancher. Celui-ci peut être désigné soit par le nom de l'étage, soit par la cote du niveau fini auquel il se trouve.

EXEMPLES :

Plancher sur 1er étage

Plancher au niveau + 6.400

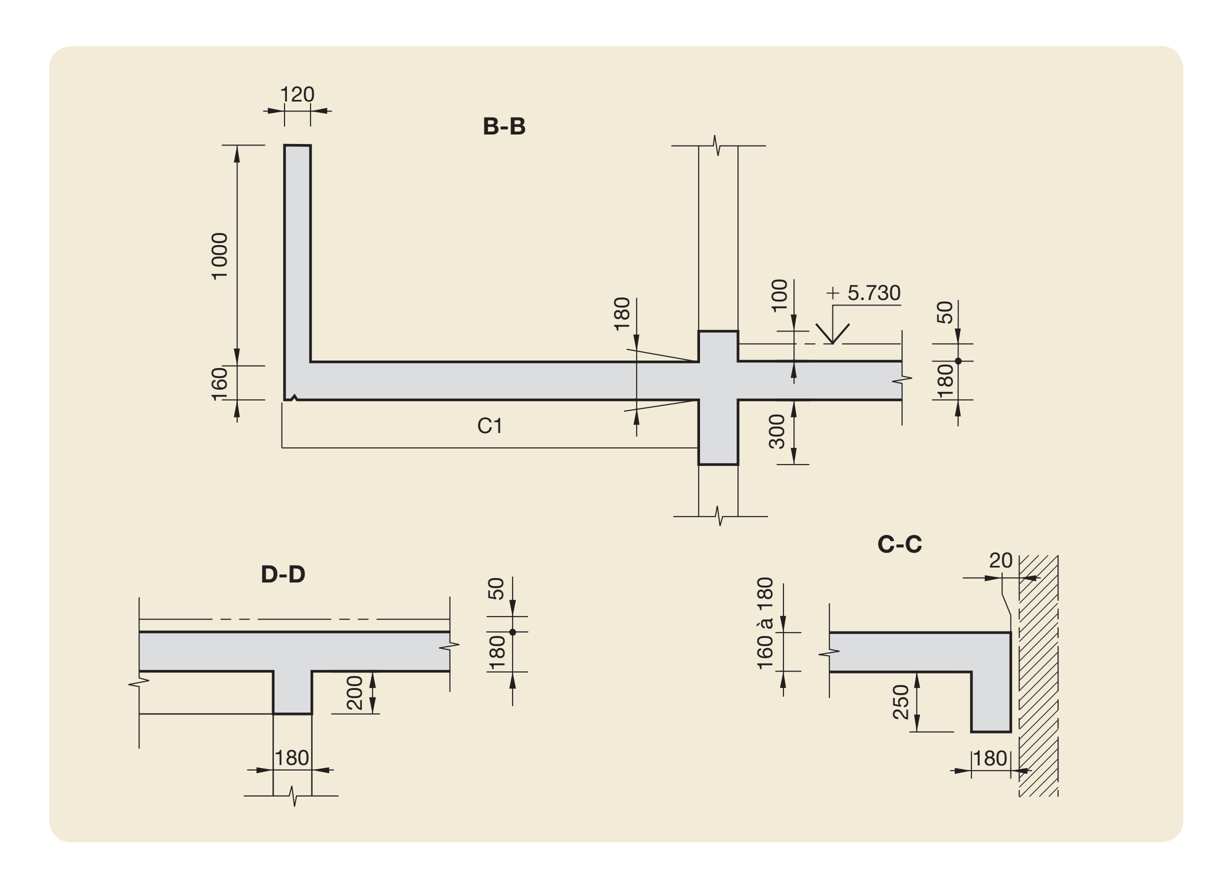
On représente sur ces plans :

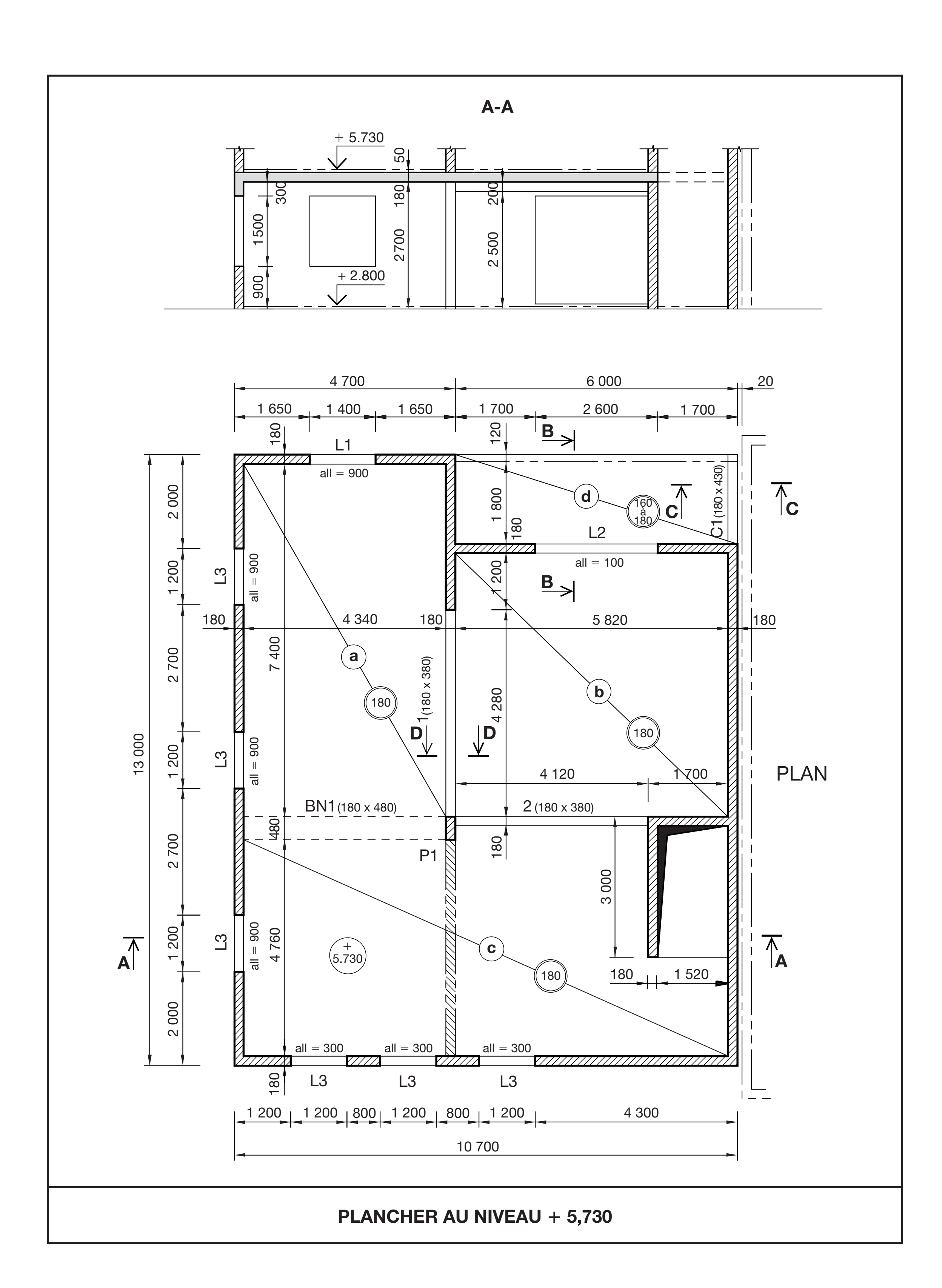
- les murs et poteaux supportant le plancher,
- les baies et linteaux s'y rapportant,
- les poutres et consoles,
- l'emprise des différentes dalles et balcons,
- les trémies et réservations existant dans les murs et les dalles.

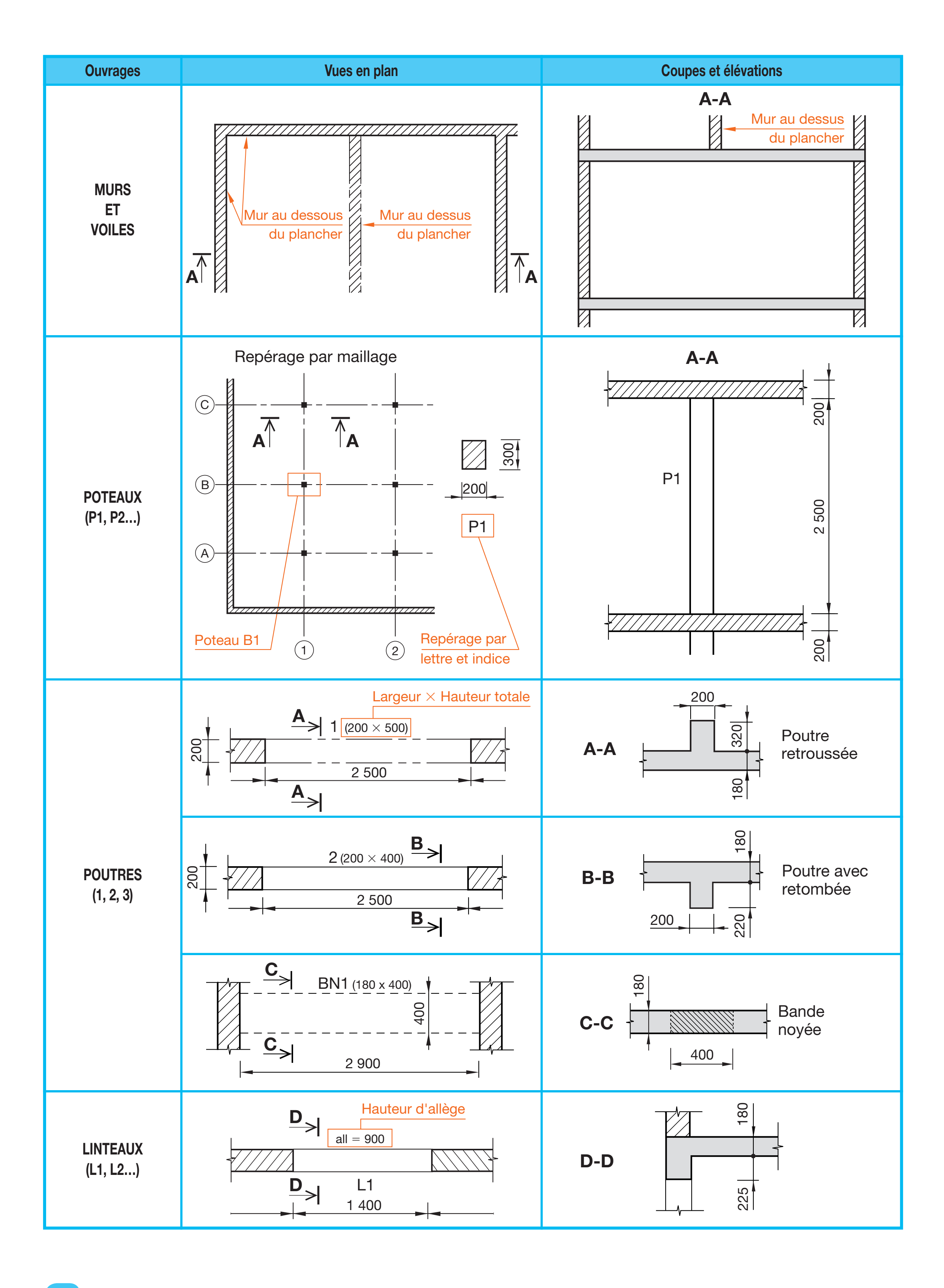
NOTA :

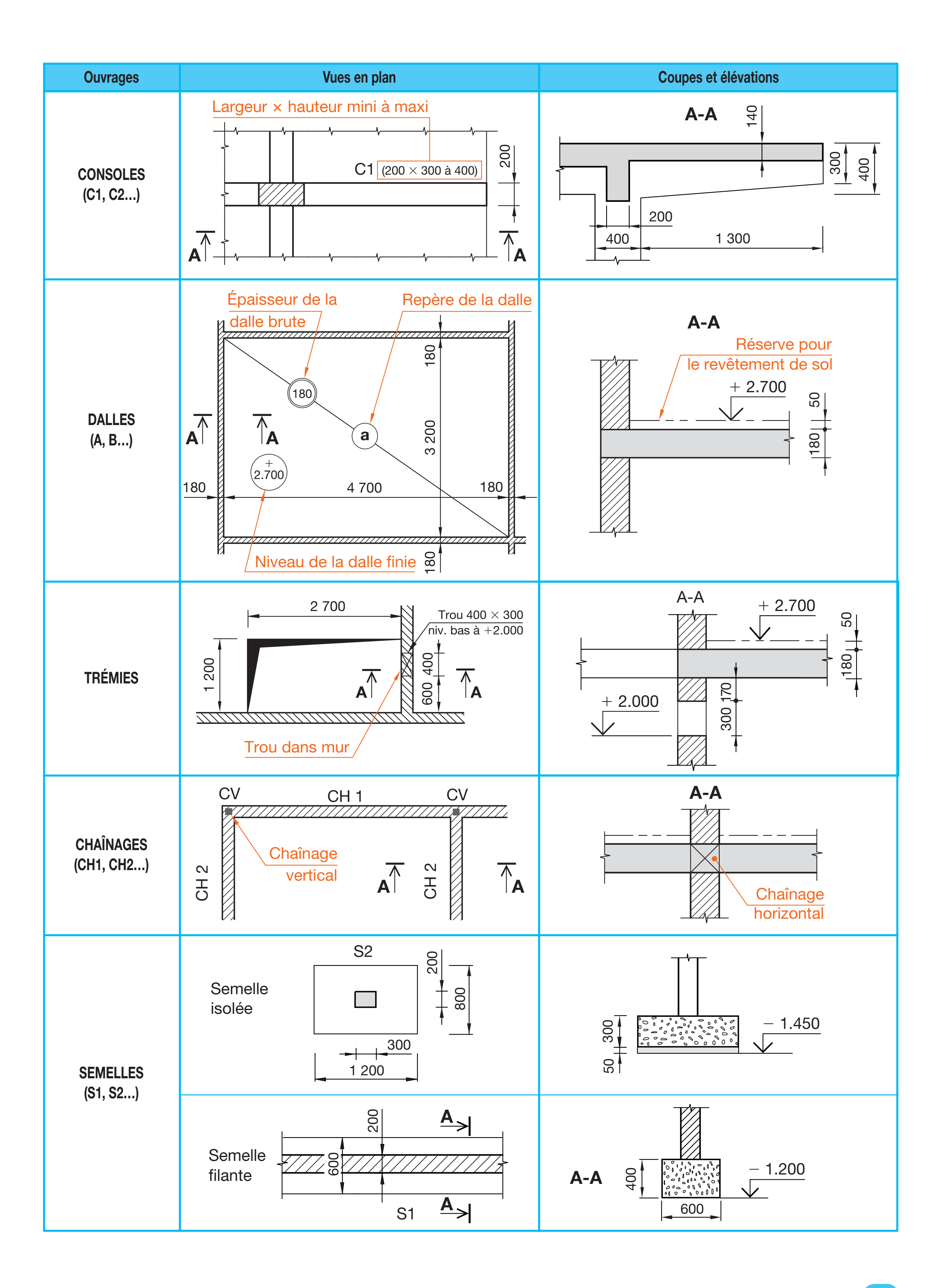
Il est également utile de figurer les éléments prenant appui sur le plancher, notamment si ceux-ci nécessitent la mise en place d'armatures en attente.

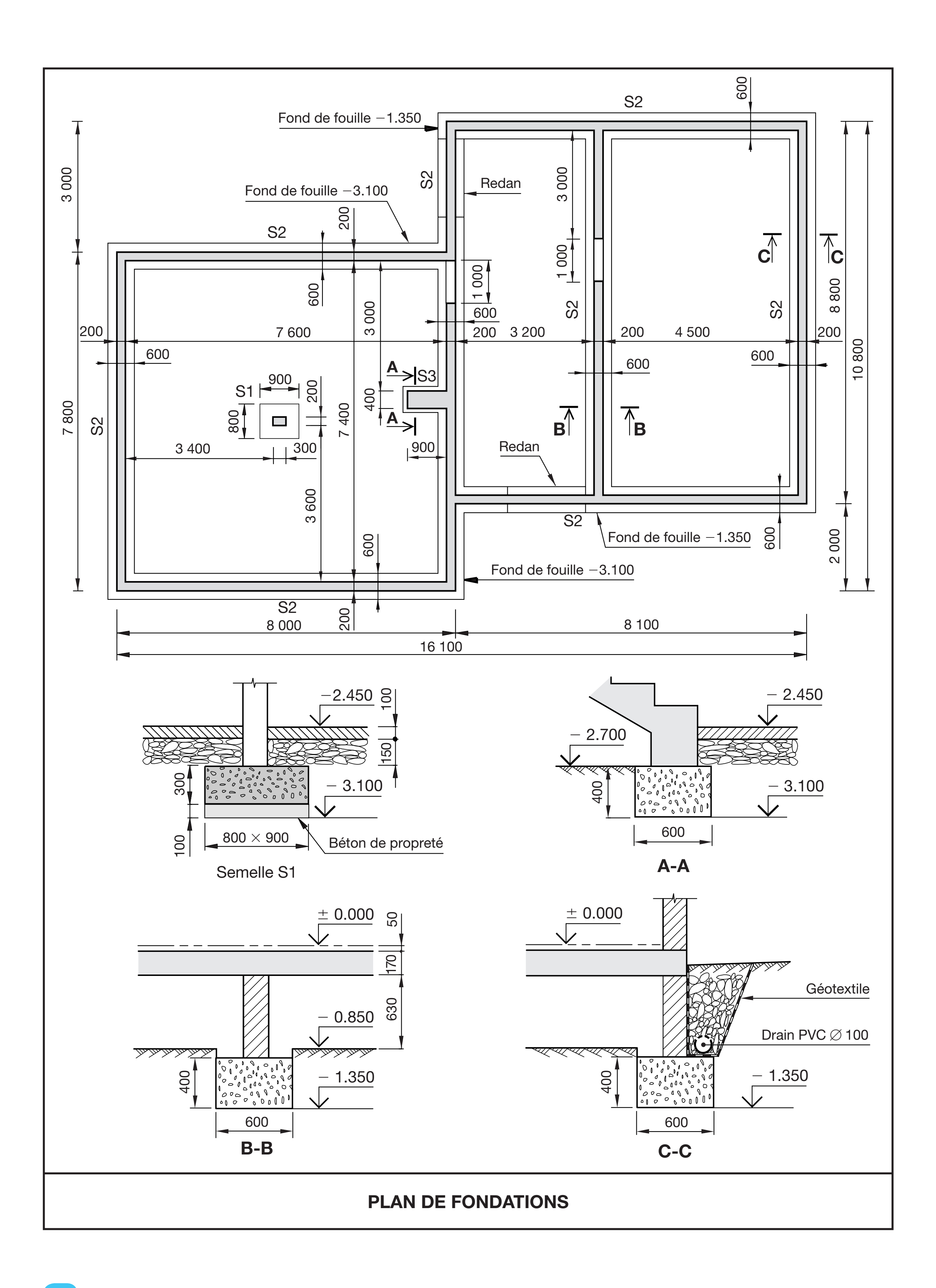
Les dessins ci-dessous et page ci-contre présentent un plancher sur premier étage (niveau + 5.730) respectant les conventions définies par la norme NF P 02-001 et les usages en cours dans la profession.




A-A
+ 5.730
+ 2.800
50
300
180
200
1500
2700
2 500
900
4 700
6 000
20
1 650
1 400
1 650
1 700
2 600
1 700
180
120
B
L1
all = 900
1 800
d
160 à 180
C
C1(180 x 430)
C
180
L2
all = 100
1 200
B
2 000
1 200
L3
all = 900
180
4 340
180
5 820
180
2 700
7 400
a
180
1(180 x 380)
4 280
b
180
D
D
13 000
1 200
L3
all = 900
4 120
1 700
PLAN
BN1 (180 x 480)
2 (180 x 380)
480
P1
180
3 000
2 700
c
A
1 200
L3
all = 900
4 760
+ 5.730
180
180
1 520
A
2 000
all = 300
all = 300
all = 300
180
L3
L3
L3
1 200
1 200
800
1 200
800
1 200
4 300
10 700
PLANCHER AU NIVEAU + 5,730


Ouvrages
Vues en plan
Coupes et élévations
MURS ET VOILES
Mur au dessous du plancher
Mur au dessus du plancher
A
A-A
Mur au dessus du plancher
POTEAUX (P1, P2...)
Repérage par maillage
C
B
A
1
2
Poteau B1
300
200
P1
Repérage par lettre et indice
A-A
P1
200
2 500
200
POUTRES (1, 2, 3)
Largeur × Hauteur totale
1 (200 × 500)
200
2 500
A-A
200
320
180
Poutre retroussée
2 (200 × 400)
200
2 500
B
B-B
180
200
220
Poutre avec retombée
C
BN1 (180 x 400)
400
2 900
C-C
180
400
Bande noyée
LINTEAUX (L1, L2...)
Hauteur d'allège
D
all = 900
L1
1 400
D-D
180
225


Ouvrages
Vues en plan
Coupes et élévations
CONSOLES (C1, C2...)
Largeur × hauteur mini à maxi
C1 (200 × 300 à 400)
200
A
A-A
140
300
400
200
400
1 300
DALLES (A, B...)
Épaisseur de la dalle brute
Repère de la dalle
180
a
+ 2.700
180
4 700
180
3 200
Niveau de la dalle finie
Réserve pour le revêtement de sol
+ 2.700
50
180
TRÉMIES
2 700
Trou 400 × 300 niv. bas à +2.000
1 200
400
600
Trou dans mur
A-A
+ 2.700
50
180
+ 2.000
170
300
CHAÎNAGES (CH1, CH2...)
CV
CH 1
CV
Chaînage vertical
CH 2
CH 2
Chaînage horizontal
SEMELLES (S1, S2...)
Semelle isolée
S2
200
800
300
1 200
300
50
− 1.450
Semelle filante
200
600
S1
A-A
400
600
− 1.200



PLAN DE FONDATIONS

20.12 Plan des fondations (page 82)

C'est une coupe horizontale exécutée immédiatement au-dessus des semelles de fondation.

- Les murs sont dessinés en traits renforcés et grisés ou hachurés.
- Les semelles sont dessinées en traits continus forts.
- Les réservations pour le passage des canalisations enterrées doivent être figurées.
- Des coupes partielles à plus grande échelle précisent les sections de chaque semelle, les niveaux de fond de fouille et de TN, les détails particuliers tels que : drainages, coupure étanche, réservations...

NOTA :

On ajoute parfois le réseau d'assainissement sur le plan de fondations (regards et canalisations).

20.2 Les plans de pose

Ce sont des documents définissant la mise en œuvre des composants préfabriqués utilisés dans une construction. Ces documents sont réalisés par des bureaux d'études spécialisés, voire par les fabricants eux-mêmes, ils résultent d'une note de calculs.

20.21 Plancher à poutrelles (fig. 1)

Les dessins de ce type de plancher doivent comporter les informations suivantes (page 85) :

- l'orientation et le sens de pose des poutrelles ;
- la position des files d'étais (une file pour les portées < 4 m, deux files pour les portées supérieures) ;
- des coupes partielles montrant les composants utilisés (type de poutrelles, type d'entrevous) ainsi que les points singuliers ;
- le repérage sur le plan des différents aciers à mettre en place (chapeaux, chaînages, chevêtres...) ;
- les nomenclatures récapitulatives des poutrelles, chapeaux, chevêtres.

20.22 Plancher à prédalles (fig. 2)

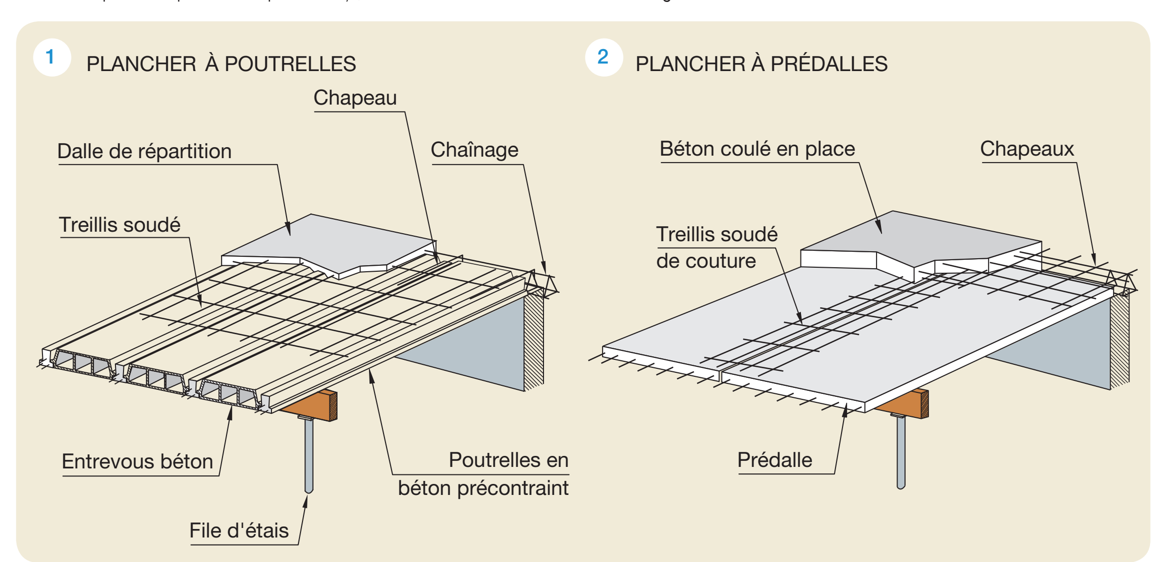
Les prédalles sont des plaques minces (50 à 80 mm) réalisées en béton armé ou précontraint ; elles peuvent être préfabriquées en usine ou sur le chantier.

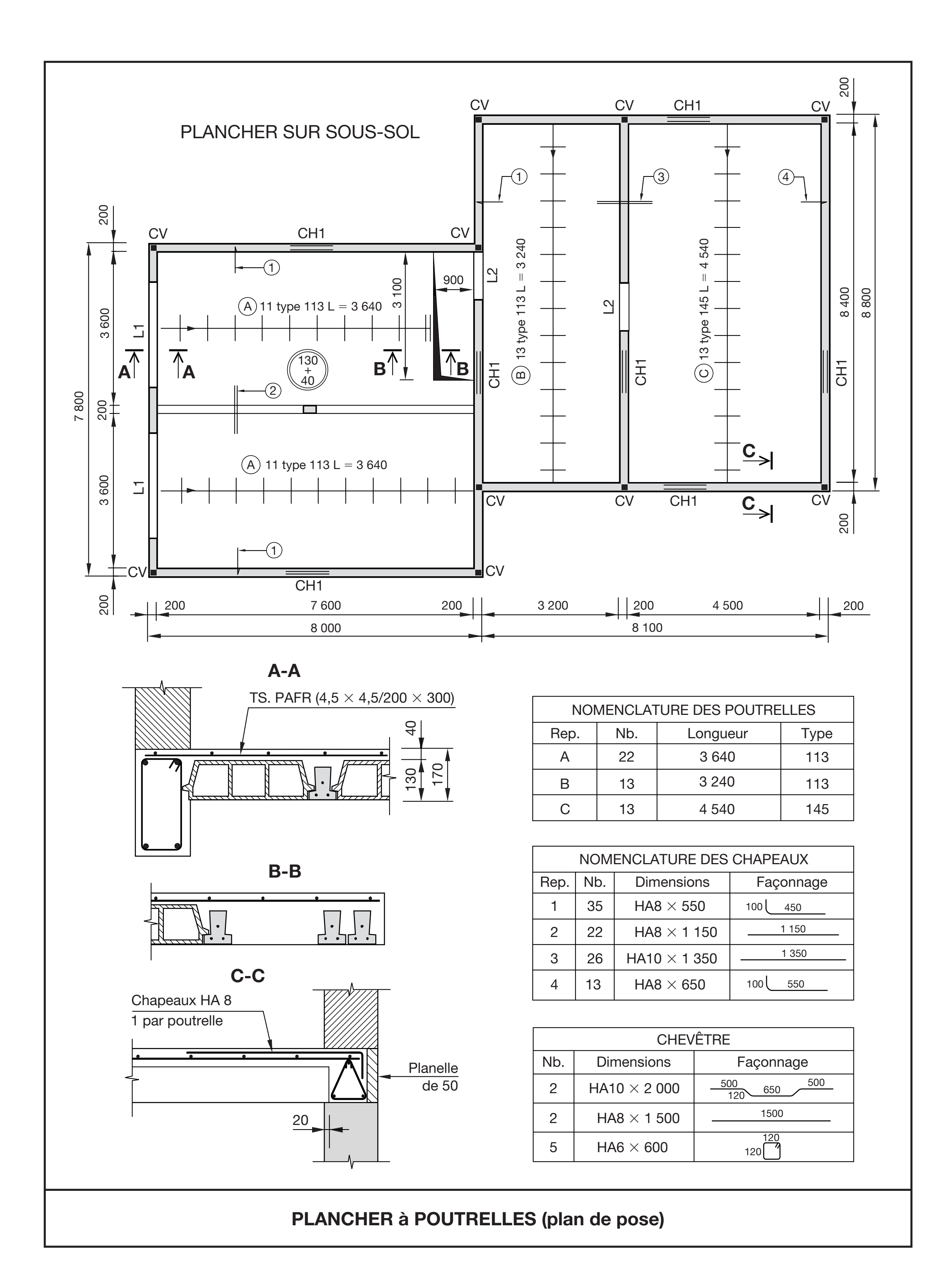
La définition d'un plancher à prédalles comporte en général les éléments suivants (page 85) :

- le **plan de pose** qui montre le découpage des différents éléments, avec leur désignation et leur cotation ;
- des **coupes partielles** qui précisent les appuis et les jonctions des prédalles ;
- une **nomenclature** de toutes les prédalles entrant dans le plancher ;
- un **calepin** qui définit chaque prédalle individuellement par : vue en plan, coupes, aciers utilisés, poids, accessoires de levage. Ce calepin est en général effectué sur format A3 (le calepin n'est pas présenté dans l'ouvrage).

REMARQUE :

Les conventions de représentation des murs, poutres, ouvertures, ainsi que la façon d'indiquer l'épaisseur et le niveau du plancher sont analogues à celles définies pour les plans de coffrage des dalles.



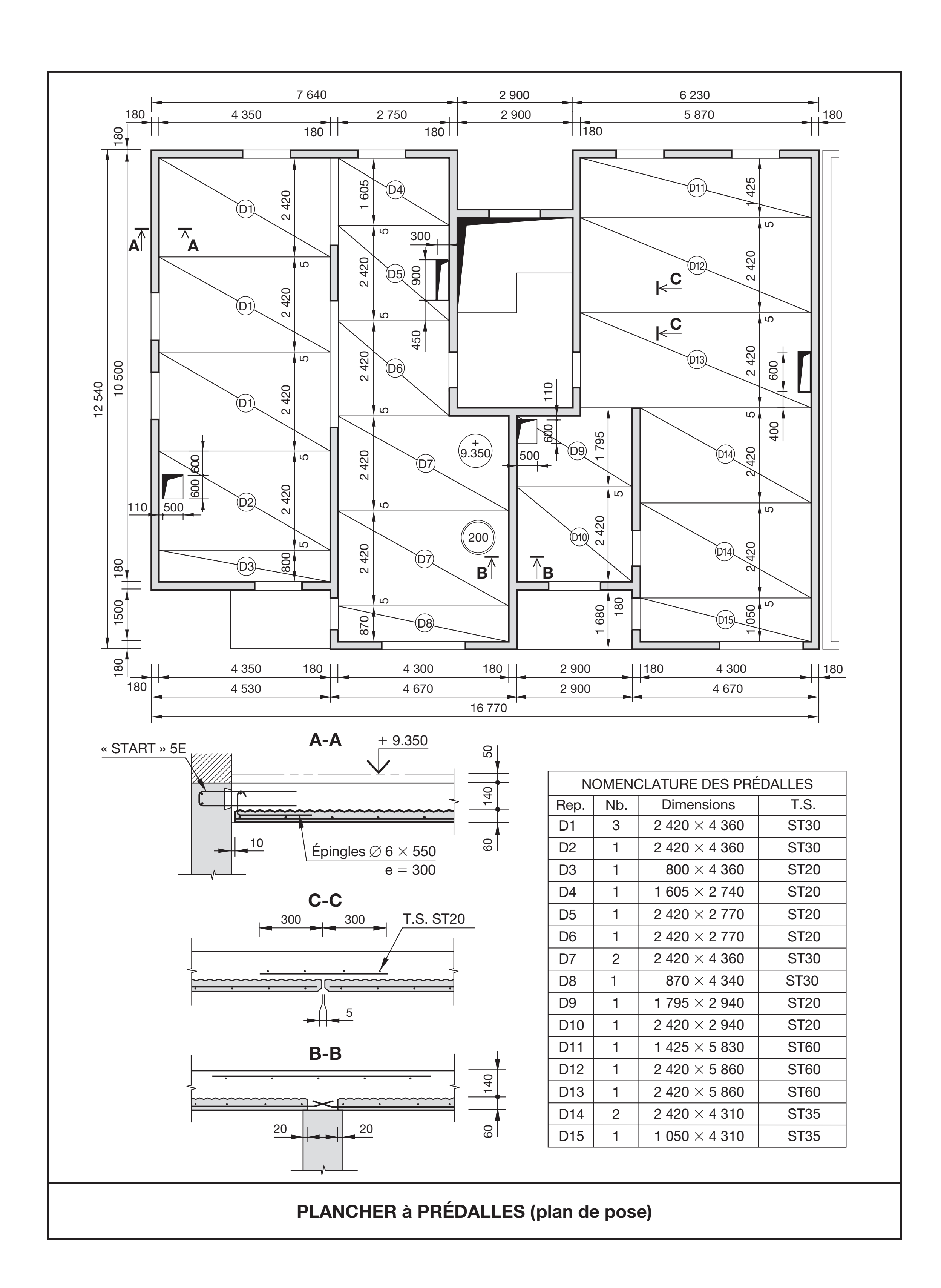


NOMENCLATURE DES POUTRELLES			
Rep.	Nb.	Longueur	Type
A	22	3 640	113
B	13	3 240	113
C	13	4 540	145

NOMENCLATURE DES CHAPEAUX			
Rep.	Nb.	Dimensions	Façonnage
1	35	HA8 × 550	100 450
2	22	HA8 × 1 150	1 150
3	26	HA10 × 1 350	1 350
4	13	HA8 × 650	100 550

CHEVÊTRE		
Nb.	Dimensions	Façonnage
2	HA10 × 2 000	500 120 650 500
2	HA8 × 1 500	1500
5	HA6 × 600	120 120

PLANCHER à POUTRELLES (plan de pose)



NOMENCLATURE DES PRÉDALLES			
Rep.	Nb.	Dimensions	T.S.
D1	3	2 420 × 4 360	ST30
D2	1	2 420 × 4 360	ST30
D3	1	800 × 4 360	ST20
D4	1	1 605 × 2 740	ST20
D5	1	2 420 × 2 770	ST20
D6	1	2 420 × 2 770	ST20
D7	2	2 420 × 4 360	ST30
D8	1	870 × 4 340	ST30
D9	1	1 795 × 2 940	ST20
D10	1	2 420 × 2 940	ST20
D11	1	1 425 × 5 830	ST60
D12	1	2 420 × 5 860	ST60
D13	1	2 420 × 5 860	ST60
D14	2	2 420 × 4 310	ST35
D15	1	1 050 × 4 310	ST35

PLANCHER à PRÉDALLES (plan de pose)

20.3 Les dessins d'armatures

20.31 Définition

Ils ont pour objet de définir la nature, la forme, la position et les dimensions de chaque armature.

- Chaque ouvrage fait l'objet d'un dessin séparé (poteau, poutre, dalle...), comportant une élévation et une ou plusieurs coupes (voir pages 87 et 89).
- Les éléments liés à l'ouvrage sont représentés en trait fin.

Exemple : les murs pour une dalle, les appuis pour une poutre...

20. 32 Conventions de représentation

20.321 Traits utilisés

- Les contours du béton se dessinent en trait fin.
- Les aciers se dessinent en trait fort, mais on s'efforcera de nuancer les épaisseurs de traits en fonction du ∅.
- Les parties de béton coupées sont pochées.
- Les maçonneries coupées sont hachurées (fig. 1).
- Les reprises de bétonnage sont représentées par un trait fin en zigzag.

20.322 Représentation des barres

- Barres avec crochet : figure 2.
- Recouvrement avec crochets : figure 3.
- Recouvrement sans crochet : figure 4.

20.323 Désignation des aciers

Chaque acier doit être défini par un renvoi fléché comportant les indications suivantes (fig. 5) :

Nombre : pour chaque sorte d'acier.

Nuance : suivant le type d'acier utilisé :

- [pour les aciers doux lisses FeE 215 ou FeE 235.
- HA pour les aciers à haute adhérence FeE 400 ou FeE 500.
- TS pour les panneaux de treillis soudés.

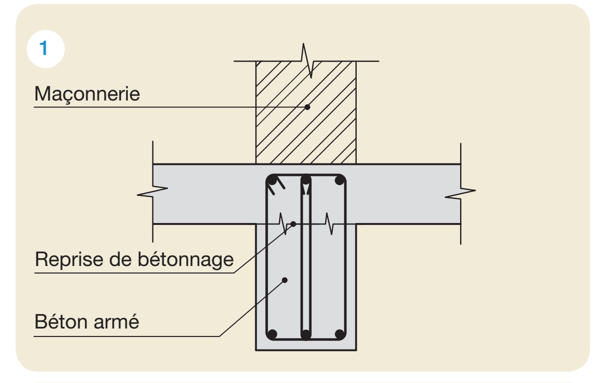
Diamètre : il est indiqué en mm (voir tableau p. 94).

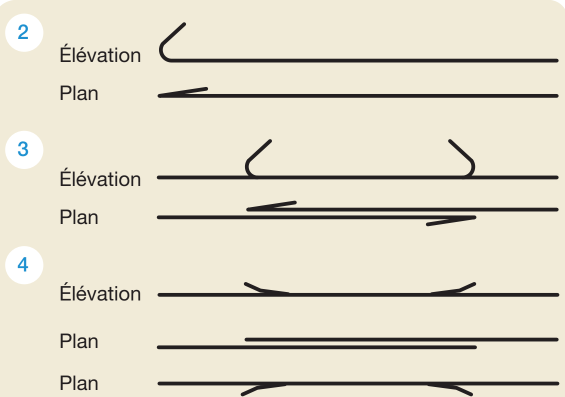
Longueur : on indique la longueur développée de la barre arrondie aux 50 mm supérieurs.

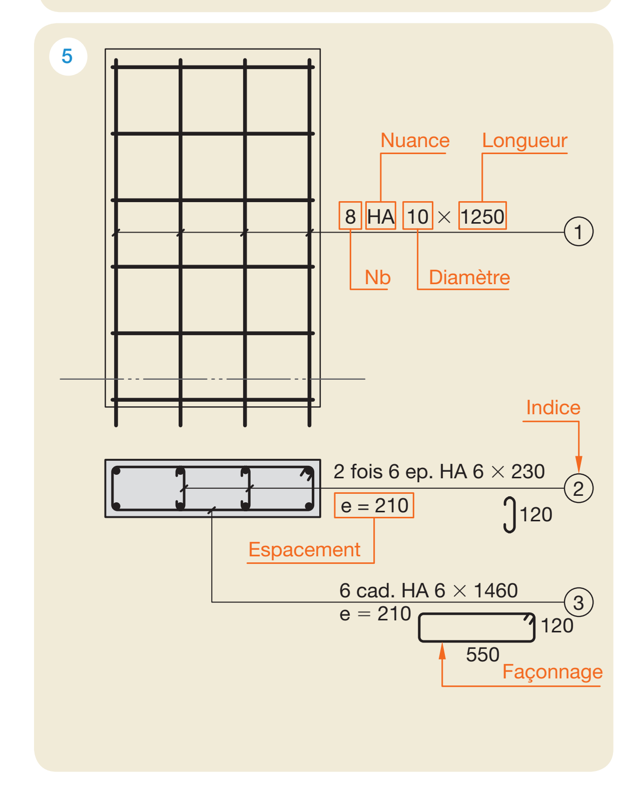
Façonnage : toutes les barres pliées doivent être définies par un croquis coté exécuté à petite échelle à proximité du renvoi fléché.

Espacement : on peut soit inscrire l'écartement, ex. : e = 150, ou bien indiquer le nombre de barres par mètre, ex. : 8 p/m.

Numéro : il est conseillé de donner à chaque armature un numéro d'identification.







20.324 Aciers de longueur variable

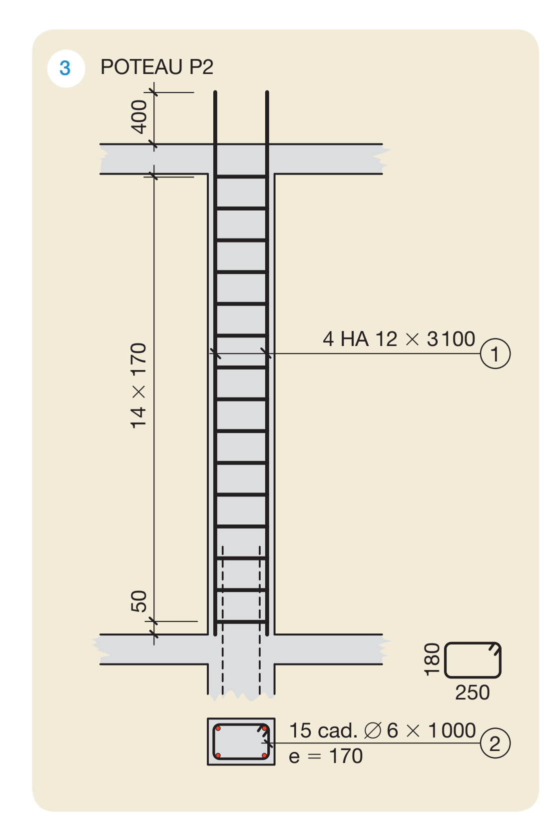
Lorsque les aciers d'une même série ont des longueurs variables, on doit indiquer :

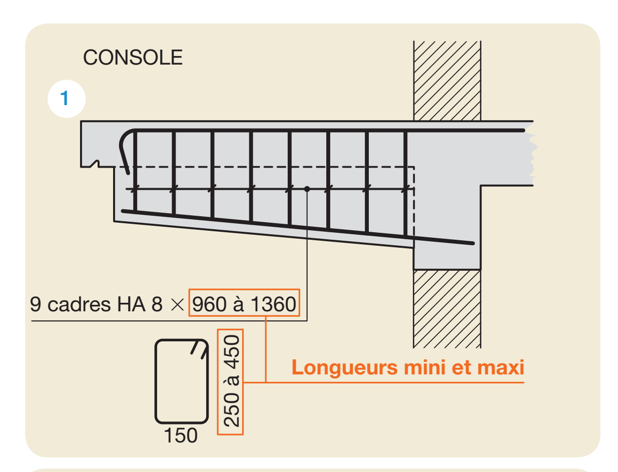
- sur le renvoi fléché, la longueur développée de l'acier le plus court et celle de l'acier le plus long (fig. 1 et 2).
- sur le croquis de façonnage la plus petite et la plus grande dimension.

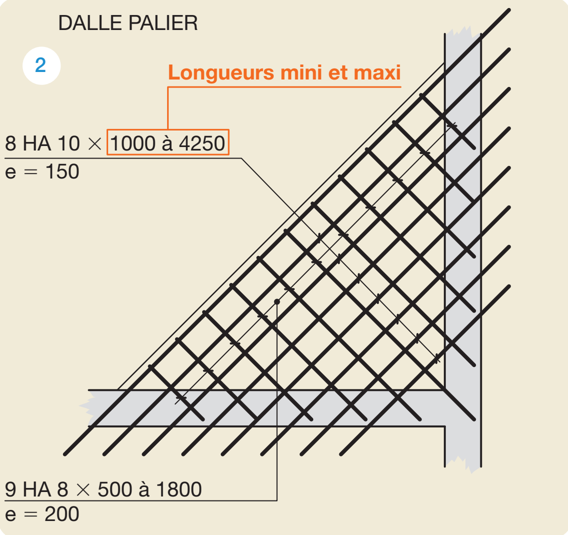
20.4 Représentation des poteaux

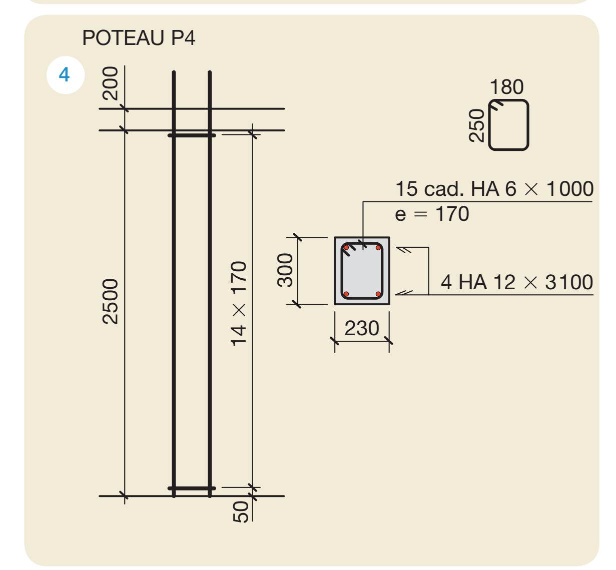
- Exécuter pour chaque poteau une élévation et autant de coupes qu'il est nécessaire pour une bonne définition des armatures (fig. 3).
- Indiquer sur l'élévation les ouvrages liés avec poteau (dalles et poutres inférieures et supérieures).
- Représenter en trait interrompu les aciers en attente de l'étage inférieur.
- Indiquer sur une ligne de cote verticale : la longueur totale des barres longitudinales, la position du premier cadre, l'espacement des cadres.

NOTA : la figure 4 montre une représentation schématique très utilisée dans les bureaux d'études.









20.5 Représentation des dalles

20.51 Dalles avec treillis soudés

Représentation des panneaux

- On réalise un dessin pour les panneaux inférieurs et un dessin pour les panneaux supérieurs (voir p. 89).
- La figure 1 montre les deux façons de représenter les panneaux. Celle de gauche est la plus utilisée ; le trait fort coupant la diagonale indique le sens porteur.
- Il est conseillé de décaler les panneaux pour améliorer la lisibilité du dessin (voir p. 89).

Désignation des panneaux

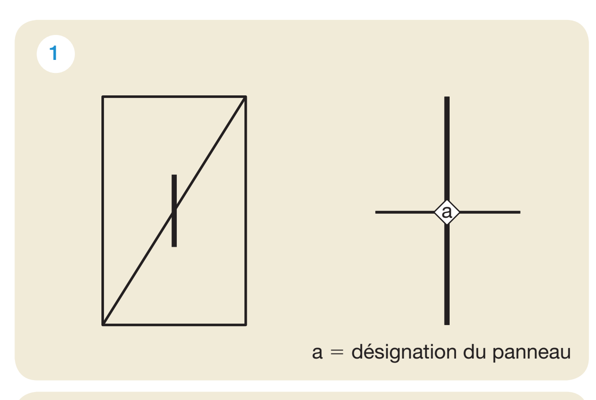
- Par leur identification normalisée donnée page 93. Exemple : **ST 45.**
- Par les dimensions des fils. Exemple : **TS 8/8 100 × 300** qui désigne un panneau avec des fils ∅ 8 espacés de 100 et des fils de répartition ∅ 8 espacés de 300.

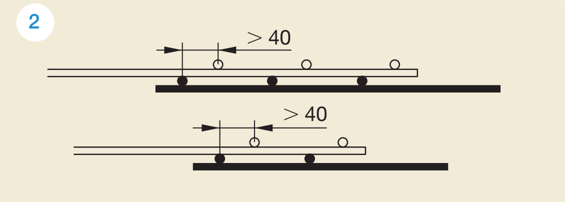
Recouvrement des panneaux (fig. 2)

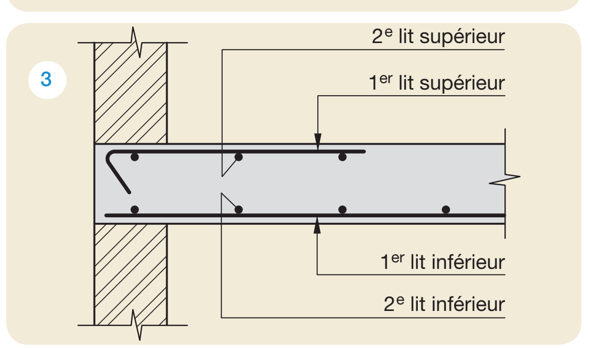
- Fils porteurs : recouvrement de trois soudures.
- Fils de répartition : deux soudures

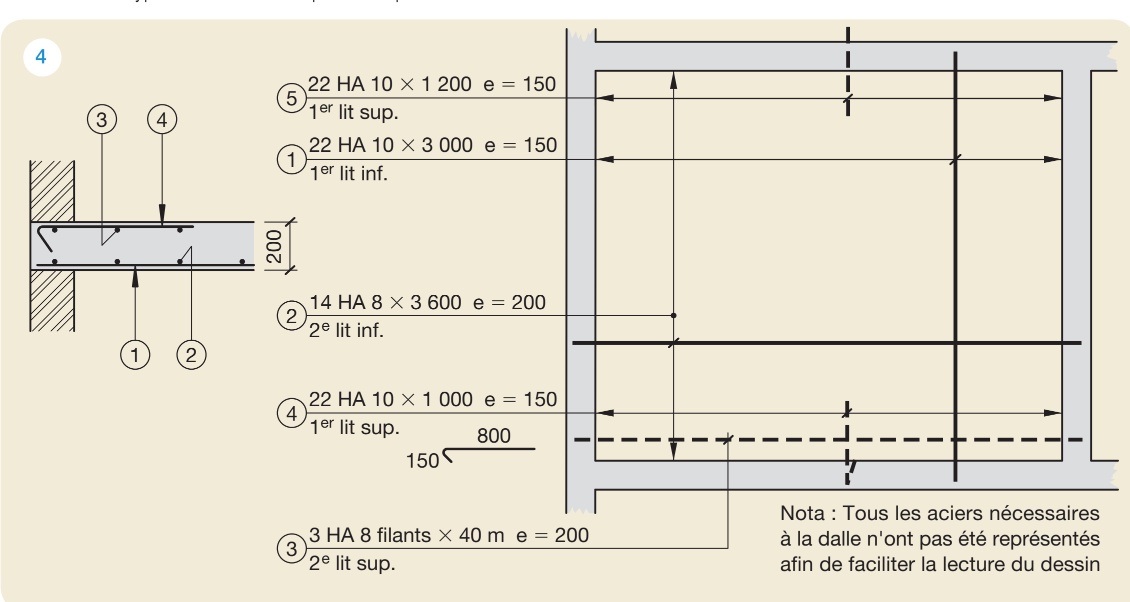
20.52 Dalles avec aciers montés

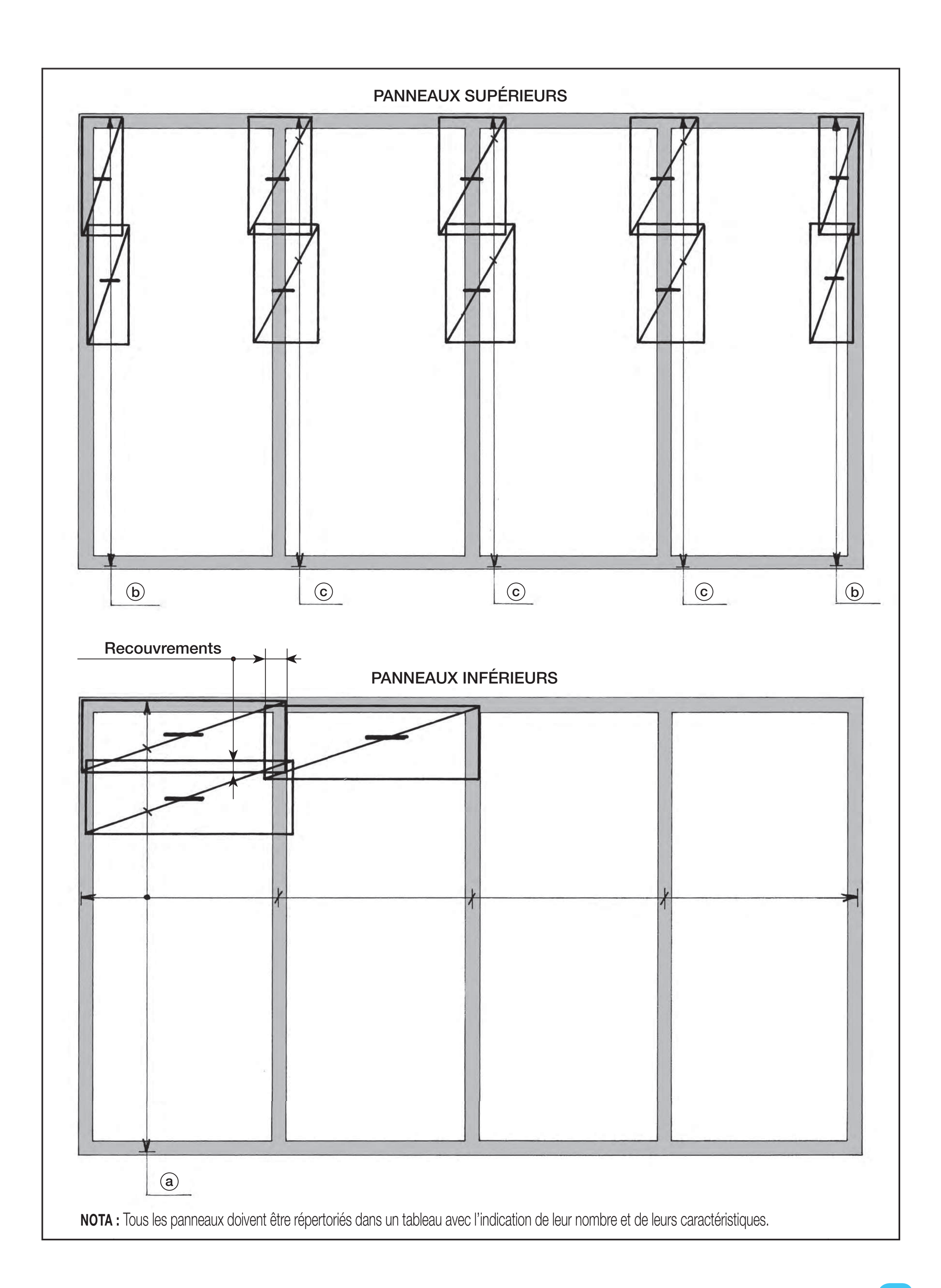
- Ne dessiner qu'un seul acier par lit (fig. 4).
- Indiquer par une ligne de cote la zone d'implantation de chaque type de barre et indiquer sur celle-ci la désignation des aciers (nb., ∅, long. esp., lit, n°).
- La fig. 3 indique comment se repèrent les lits d'aciers.
- Utiliser un type de trait différent pour chaque lit.











NOTA : Tous les panneaux doivent être répertoriés dans un tableau avec l'indication de leur nombre et de leurs caractéristiques.

20.53 Représentation des poutres

- Exécuter pour chaque poutre une élévation et autant de coupes qu'il est nécessaire à une bonne définition des armatures.
- Ne pas dessiner les cadres et étriers sur les élévations.
- L'espacement des cadres et étriers s'indique sur une ligne de cote placée sous l'élévation (fig. 1). Cette ligne peut éventuellement être placée dans le dessin.
- Si la répartition des cadres est symétrique, elle ne sera indiquée que sur la demi-portée (fig. 3).
- Coter les dimensions des cadres sur les coupes et celles des barres longitudinales sur les élévations.
- Il est conseillé d'affecter à chaque armature un numéro ou une lettre minuscule qui sera répété sur les différents dessins.

20.54 Calcul des longueurs développées de barres

Les tableaux page 91 et page 92 donnent la longueur ΔL à ajouter au périmètre des cadres, ou à la longueur hors tout des barres, afin d'en déterminer la longueur développée.

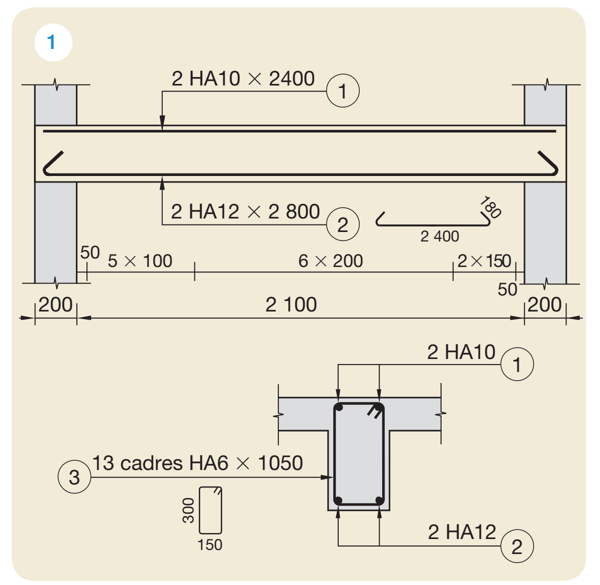
- **Pour un cadre** HA8 de 250 × 120 (fig. 2)

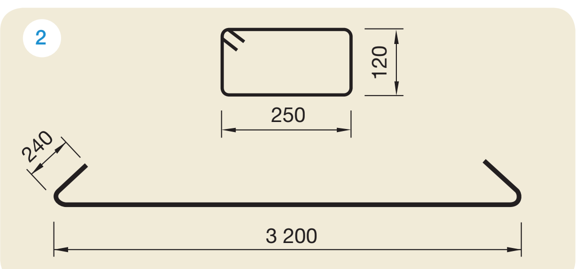
longueur développée = 2 (250 + 120) + **160** = **900**.

- **Pour une barre** HA16 (acier FeE 500, béton 25 MPa)

longueur développée = 3 200 1 (**270** × 2) = **3 740**.

Arrondir les longueurs aux 50 mm supérieurs.





LONGUEUR DÉVELOPPÉE DES ACIERS TRANSVERSAUX					
(mm)	Cadres	Étriers	Épingles		
	10∅	5∅	5∅	5∅	15∅
∅	ΔL	ΔL	ΔL	ΔL	ΔL
6	120	110	90	110	200
8	160	160	120	160	260
10	200	200	160	200	320
12	240	240	190	240	390
14	280	310	240	310	460
16	340	410	310	410	530

LONGUEUR DÉVELOPPÉE DES ACIERS LONGITUDINAUX								
FeE 500 Fc28 = 25 MPa								
(mm)	44∅		L1, 9∅		L1, 17∅		L1, 3∅	
∅	ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1
6	270	270	100	90	120	140	90	50
8	350	350	130	120	160	190	120	80
10	440	440	170	150	200	230	150	90
12	530	530	200	180	240	280	180	110
14	620	620	230	210	280	320	210	120
16	710	710	270	240	320	370	240	140
20	880	880	330	300	400	460	300	180
25	1 100	1 100	410	370	500	580	380	220
32	1 410	1 410	530	480	640	740	480	290
40	1 760	1 760	660	600	800	930	600	350

LONGUEUR DÉVELOPPÉE DES ACIERS LONGITUDINAUX

FeE 400 Fc28 = 35 MPa								
(mm)	28∅		L1, 3∅		L1, 9∅		L1, 3∅	
∅	ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1
6	170	170	60	50	70	90	90	60
8	220	220	80	70	90	120	120	70
10	280	280	100	80	110	140	150	90
12	340	340	120	110	140	170	180	110
14	390	390	140	120	150	200	210	130
16	450	450	160	140	180	230	240	150
20	560	560	200	170	220	280	300	180
25	700	700	250	210	280	360	380	230
32	900	900	320	270	360	460	480	290
40	1 120	1 120	400	330	450	570	600	360

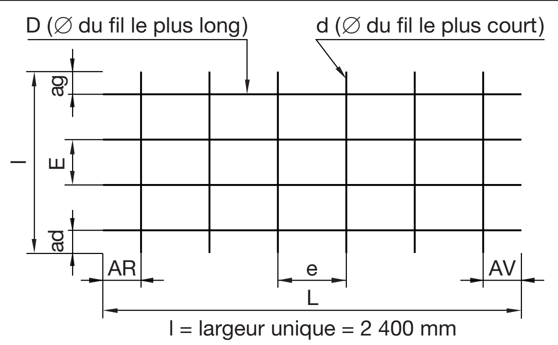
FeE 500 Fc28 = 20 MPa								
(mm)	51∅		L1, 12∅		L1, 21∅		L1, 5∅	
∅	ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1
6	310	310	120	100	140	160	110	60
8	410	410	160	150	200	220	140	90
10	510	510	190	180	240	270	170	110
12	610	610	230	220	300	330	200	140
14	720	720	270	250	330	380	240	150
16	820	820	310	290	390	430	270	180
20	1 020	1 020	390	350	480	540	340	220
25	1 280	1 280	480	440	600	680	430	270
32	1 640	1 640	620	570	770	870	550	350
40	2 040	2 040	770	710	960	1 080	690	430

CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES DES ACIERS

∅ (mm)	Poids (kg/m)	Périmètre (cm)	Sections pour n barres en cm²									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,571	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,178	1,374	1,571	1,767	1,96
6	0,222	1,885	0,282	0,565	0,848	1,131	1,414	1,696	1,979	2,262	2,545	2,82
8	0,394	2,513	0,502	1,004	1,508	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,02
10	0,616	3,142	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,887	3,770	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,208	4,398	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,40
16	1,578	5,027	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,466	6,283	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,853	7,854	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,313	10,053	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,864	12,566	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

TREILLIS SOUDÉS

Caractéristiques mécaniques	
Limite d'élasticité	500 MPa tous ∅
Résistance à la traction	550 MPa
Allongement à la rupture	8 %
Allongement sous charge	2 %
Adhérence	η = 1,3 si ∅ < 6 η = 1,6 si ∅ ⩾ 6 ψS = 1,5
Ancrages	3 soudures sens porteur 2 soudures sens répartition



PANNEAUX ET ROULEAUX STANDARD

	Désignation Adets*	S s (cm²/m)	E e (mm)	D d (mm)	Abouts AV AR ad ag (mm)	Nb. de fils N n	Longueur largeur L l (m)	Rouleaux	Panneaux	Masse nominale (kg/m²)	Surface 1 rouleau ou 1 panneau (m²)	Masse 1 rouleau ou 1 panneau (kg)
Treillis antifissuration	RAF R	0,80 0,53	200 300	4,5 4,5	100 100 100 100	12 167	50,00 2,40	•		1,043	120,00	125,10
	PAF R	0,80 0,53	200 300	4,5 4,5	150 150 100 100	12 12	3,60 2,40		•	1,042	8,64	9,00
	RAF C	0,80 0,80	200 200	4,5 4,5	100 100 100 100	12 200	40,00 2,40	•		1,250	96,00	120,00
	PAF C	0,80 0,80	200 200	4,5 4,5	100 100 100 100	12 18	3,60 2,40		•	1,250	8,64	10,80
	PAF V	0,80 0,99	200 160	4,5 4,5	135 25 100 100	12 16	3,20 2,40		•	2 400 800 3 200		9,60
Treillis de structure	ST 10	1,19 1,19	200 200	5,5 5,5	100 100 100 100	12 24	4,80 2,40			1,87	11,52	21,54
	ST 20	1,88 1,28	150 300	7 7	150 150 75 75	16 20	6,00 2,40		•	2,49	14,40	35,81
	ST 25	2,57 1,28	150 300	7 7	150 150 75 75	16 20	6,00 2,40		•	3,02	14,40	43,49
	ST 30	2,83 1,28	100 300	6 7	150 150 50 50	24 20	6,00 2,40		•	3,33	14,40	47,89
	ST 35	3,85 1,28	100 300	7 7	150 150 50 50	24 20	6,00 2,40		•	4,03	14,40	57,97
	ST 50	5,03 1,68	100 300	8 8	150 150 50 50	24 20	6,00 2,40		•	5,27	14,40	75,84
	ST 60	6,36 2,51	100 200	9 8	100 100 50 50	24 24	6,00 2,40		•	6,97	14,40	100,30
	ST 25C	2,57 2,57	150 150	7 7	75 75 75 75	16 40	6,00 2,40		•	4,03	14,40	57,97
	ST 40C	3,85 3,85	100 100	7 7	50 50 50 50	24 60	6,00 2,40		•	6,04	14,40	86,98
	ST 50C	5,03 5,03	100 100	8 8	50 50 50 50	24 60	6,00 2,40		•	7,90	14,40	113,76
	ST 65C	6,36 6,36	100 100	9 9	50 50 50 50	24 60	6,00 2,40		•	9,98	14,40	143,71

* ADETS 25 avenue du Val - ZI de Limay-Porcheville 78400 GARGENVILLE.

PRÉDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES EN B.A.				
Ouvrages	Élévations ou plans	Sections	Valeurs de H – Continuité Faible	Valeurs de H – Continuité Forte
Linteau	L ; ⩾200	H	$\geqslant \frac{L}{10}$	$\geqslant \frac{L}{15}$
Poutre avec retombée	L	H	$\geqslant \frac{L}{10}$	$\geqslant \frac{L}{15}$
Bande noyée	L (⩽ 3 500)	H	$\geqslant \frac{L}{16}$	$\geqslant \frac{L}{16}$
Dalle pleine sur 2 appuis	L ⩾ 2,5 ℓ ; ℓ	H	$\geqslant \frac{\ell}{20}$	$\geqslant \frac{\ell}{30}$
Dalle pleine sur 4 appuis	L < 2,5 ℓ ; ℓ	H	$\geqslant \frac{\ell}{30}$	$\geqslant \frac{\ell}{40}$
Plancher à poutrelles	L	H	$\geqslant \frac{L}{25}$	$\geqslant \frac{L}{30}$
Balcon	L	H	$\geqslant \frac{L}{10}$	
Poteau	H	a	$a \geqslant \frac{H}{15}$	

21 Les dessins de chantier

C'est l'ensemble des documents graphiques et écrits réalisés par le bureau des méthodes de l'entreprise.
Ils précisent les moyens matériels à mettre en œuvre, les méthodes et techniques de réalisation des ouvrages, les consignes de sécurité ainsi que les moyens de protection.
Les pages qui suivent présentent ces principaux documents.

21.1 Plan d'installation de chantier (page 97)

Son rôle est de présenter l'implantation rationnelle des matériels et matériaux sur le terrain du chantier.
Il permet également de solliciter les autorisations administratives auprès des services préfectoraux, de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie (CRAM) et de l'Office Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBTP).
Un plan d'installation de chantier comporte d'une manière générale les éléments suivants.

21.11 La vue en plan

Elle fait apparaître :

- les clôtures et les accès du chantier,
- les bâtiments existants et à construire en précisant le nombre d'étages (R + 4, R + 8...),
- les terrassements généraux avec les emprises des talus,
- les grues avec les voies, les positions extrêmes du fût, les aires balayées par les flèches, les ordres de priorité ainsi que les limitations de survol éventuelles,
- les voies de circulation des personnes et des engins,
- les aires de fabrication (armatures, coffrage, préfabrication),
- les aires de stockages (matériel, matériaux, terres...),
- les divers réseaux et branchements (électricité, eau, assainissement, télécommunications),
- le poste de bétonnage éventuel (centrale, silo à ciment, stockage des granulats),
- les cantonnements (bureaux, local pour les réunions de chantier, loge du gardien, réfectoire, vestiaires, sanitaires).

21.12 L'élévation

Elle donne tous les renseignements verticaux utiles :

- niveau des rails des grues,
- hauteur sous crochet des grues en tenant compte de la hauteur de sécurité de deux mètres,
- le niveau haut des bâtiments existants.

21.13 Les informations écrites

Elles précisent les caractéristiques du matériel de levage et de bétonnage mis en place sur le chantier, les puissances électriques nécessaires aux branchements.
Une légende explicite les différents symboles utilisés.

21.2 Plan de cyclage de banches (page 98)

C'est un document, qui compte tenu du planning et des moyens à disposition, présente l'ordre chronologique journalier (cycle) d'exécution des ouvrages verticaux.
Il comporte en général :

- le **« plan de cyclage »** qui montre l'ordre de réalisation de chacun des voiles de l'étage,
- le **« cahier journalier »** qui définit pour chaque jour :
  - la position des coffrages à utiliser,
  - l'ensemble des matériels nécessaires (banches, mannequins, accessoires...),
  - le linéaire de voiles et la quantité de béton à couler.

21.3 Plan de boisage (page 99)

Exécuté chaque fois que l'on doit réaliser un coffrage complexe, le plan de boisage donne toutes les indications nécessaires à l'exécution du moule à savoir :

- le principe du coffrage et de son réglage,
- la nature et la section des bois et panneaux utilisés,
- les accessoires de serrage et de maintien.

21.4 Plan d'étaiement (page 100)

Il indique, pour le coffrage d'un plancher :

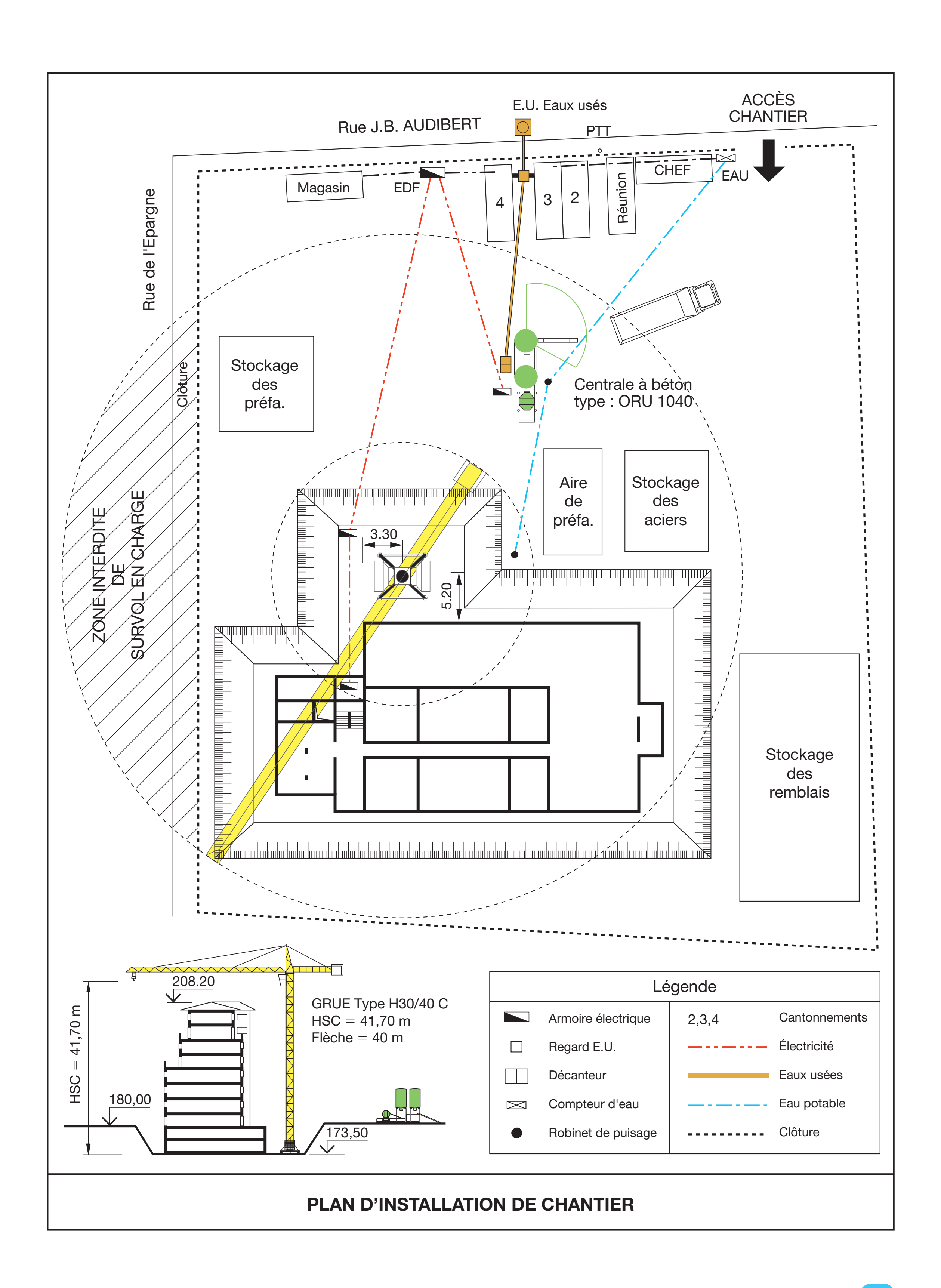
- la position, la hauteur et le type des étais,
- le type, l'entre-axes et la portée des poutrelles et filières,
- l'épaisseur et la disposition des panneaux coffrant,
- éventuellement, les quantités de matériel nécessaires.

21.5 Mode opératoire (page 101)

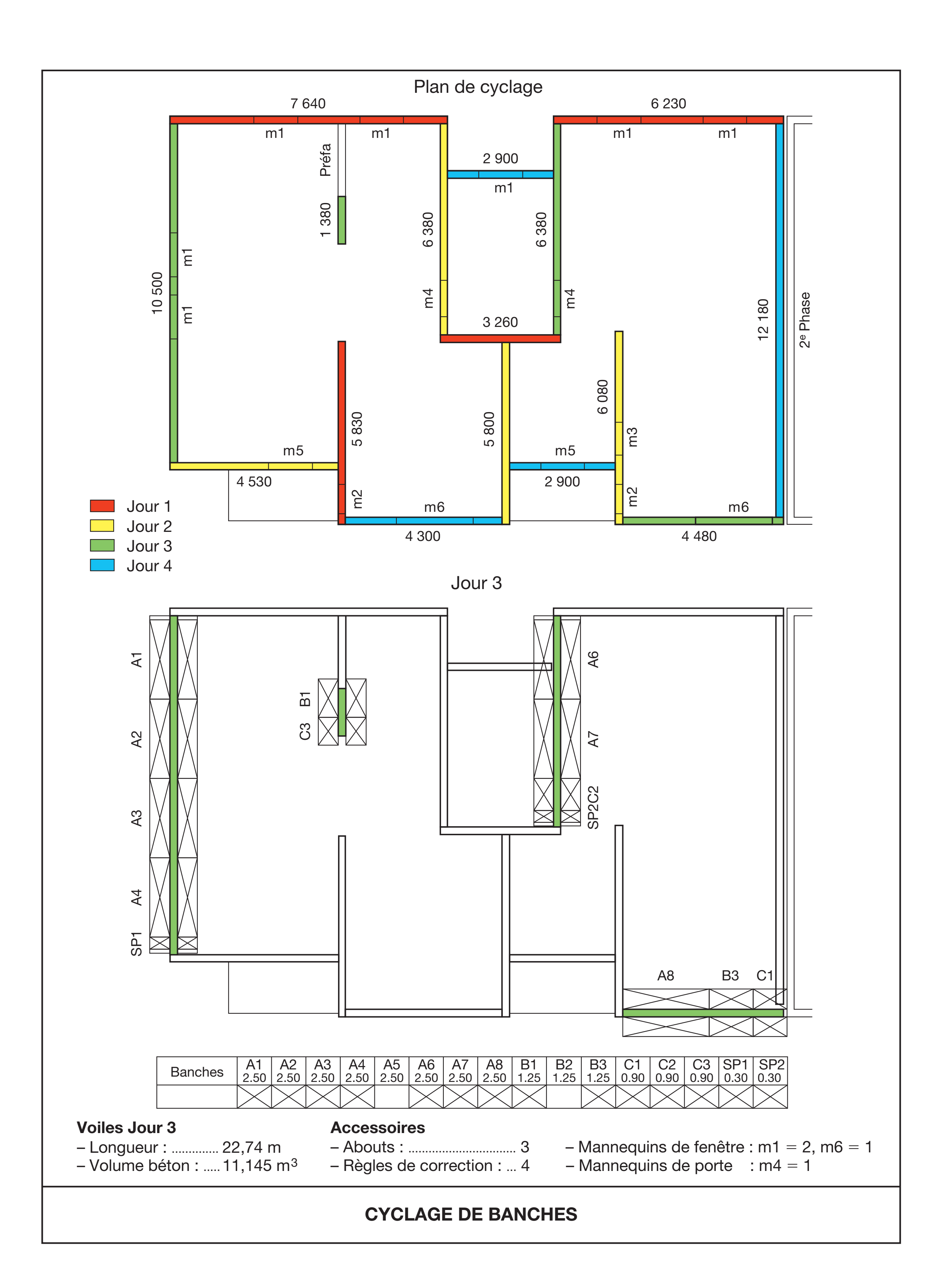
Il décrit, pour un ouvrage ou partie d'ouvrage, les phases d'exécution en explicitant :

- les opérations à effectuer,
- le matériel à utiliser,
- les risques prévisibles lors de l'opération,
- les mesures de sécurité à prendre.

Sa forme graphique en fait un document facilement compréhensible. Le Plan Particulier de Sécurité et Protection de la Santé (PPSPS) impose la rédaction de modes opératoires pour toutes les phases importantes de la construction.



PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER



Banches	A1 2.50	A2 2.50	A3 2.50	A4 2.50	A5 2.50	A6 2.50	A7 2.50	A8 2.50	B1 1.25	B2 1.25	B3 1.25	C1 0.90	C2 0.90	C3 0.90	SP1 0.30	SP2 0.30
	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X

Voiles Jour 3

– Longueur : .... 22,74 m

– Volume béton : ..... 11,145 m^3

Accessoires

– Abouts : 3

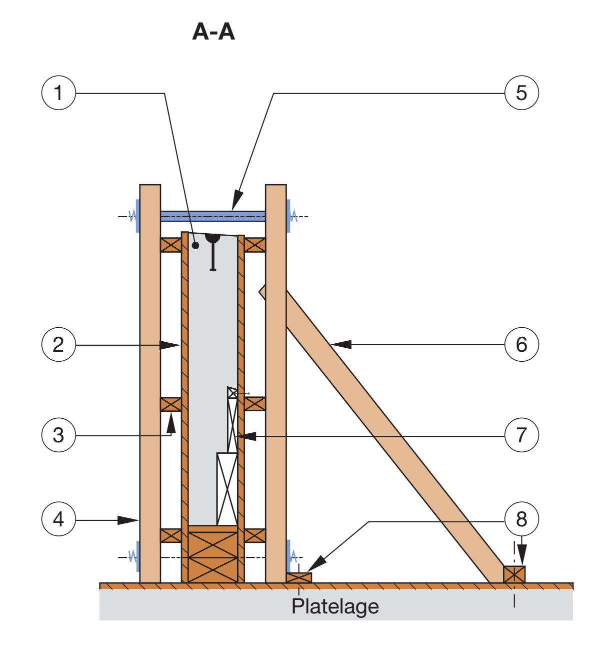
– Règles de correction : ... 4

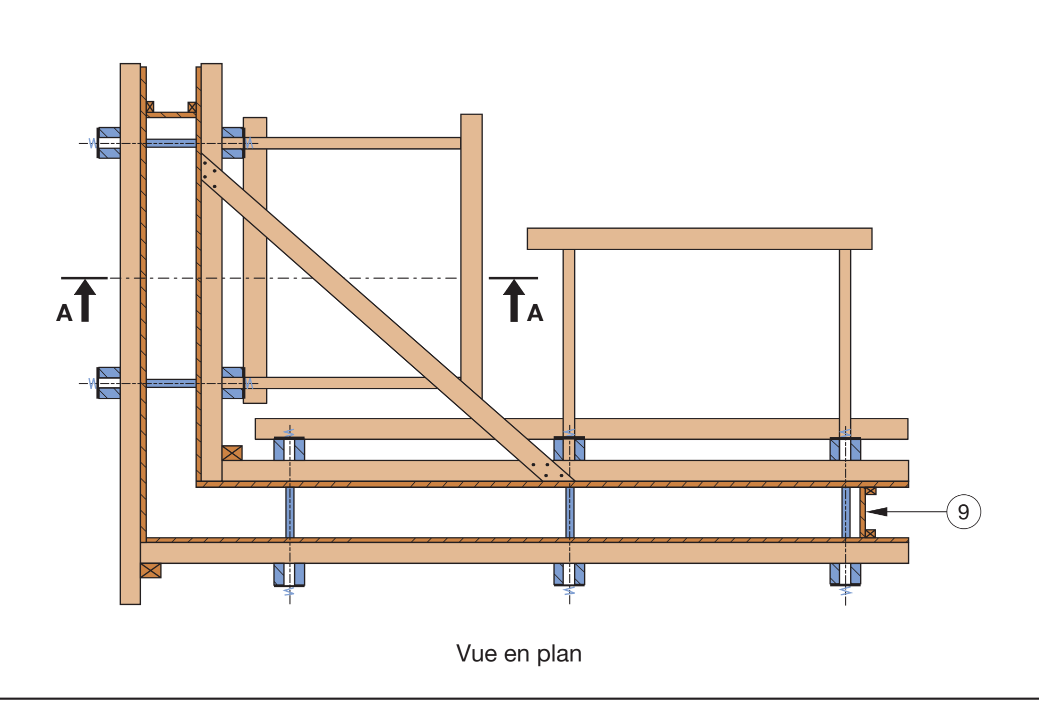
– Mannequins de fenêtre : m1 = 2, m6 = 1

– Mannequins de porte : m4 = 1

CYCLAGE DE BANCHES

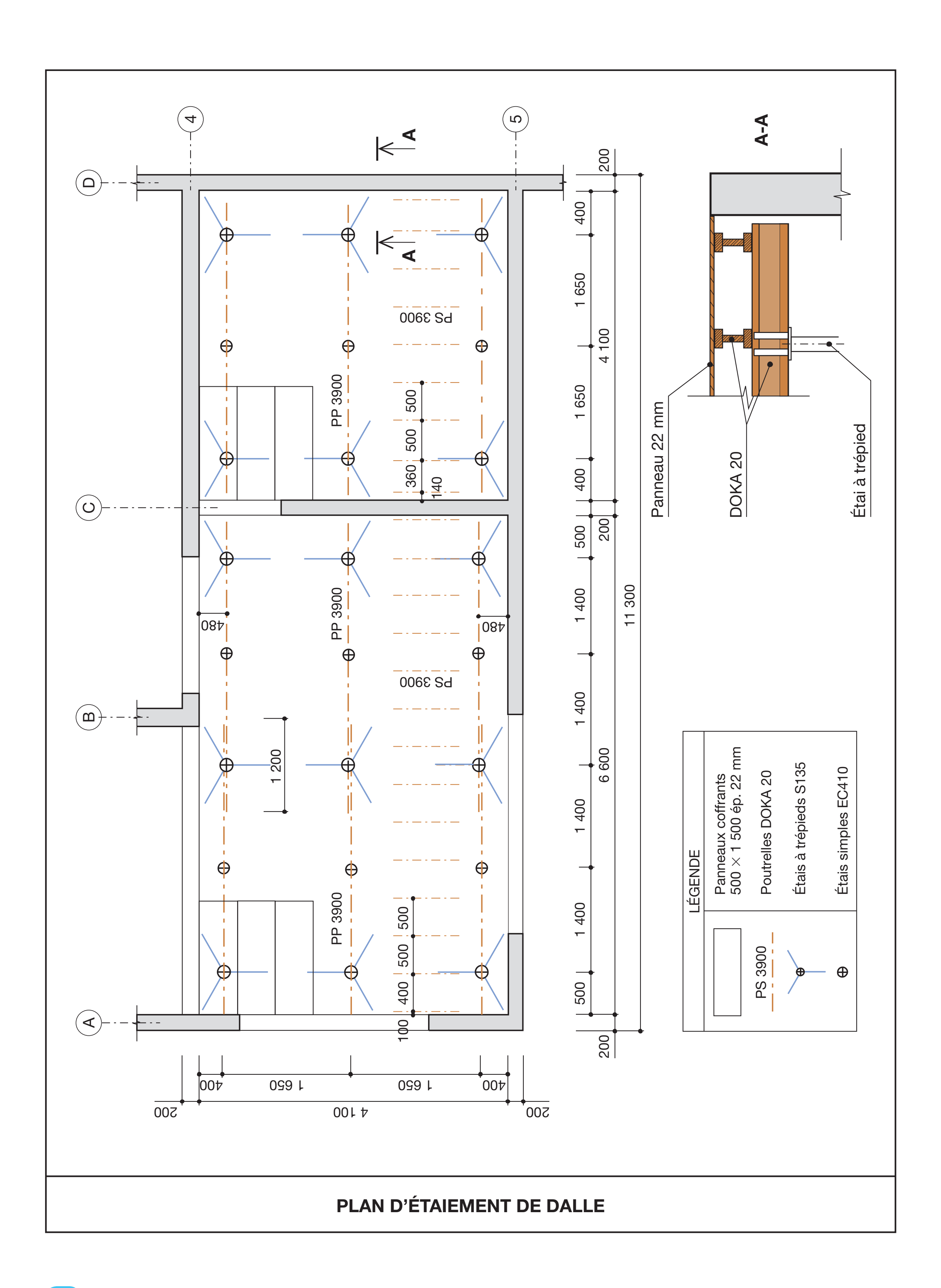
NOMENCLATURE	
1	Pièce à réaliser
2	Peau coffrante CTBX bakélisé de 22 mm
3	Raidisseurs primaires 60 × 80 mm
4	Raidisseurs secondaires 2 fois 40 × 80 mm
5	Vis de serrage plus entretoise
6	Contrefiches 27 × 80 mm
7	Négatifs en planches et bastings rabotés
8	Lisses de fixation au sol
9	Joue en CTBX bakélisé de 22 mm





Vue en plan

DESSIN DE BOISAGE



PLAN D'ÉTAIEMENT DE DALLE

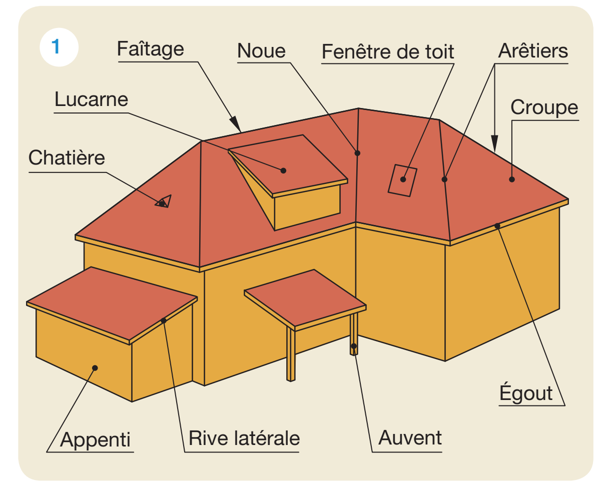
MODE OPÉRATOIRE (PPS-PS)

Opérations	Croquis	Risques	Protections
Mise en place des étais principaux		– Renversement des étais.	– Placer des étançons en pieds d'étais.
Mise en place des poutrelles principales (filières)	> 50 cm	– Débord insuffisant de la poutrelle. – Basculement des filières.	– Contrôle visuel (L > 50 cm). – Blocage des poutrelles dans les fourches à l'aide d'une cale en bois.
Pose des poutrelles secondaires		– Appui insuffisant. – Espacement trop important.	– Contrôle visuel (L > 50 cm). – Respect du plan d'étaiement.
Pose de la peau coffrante		– Risque de basculement des poutrelles. – Risque de chute.	– Entretoisement provisoire des poutrelles avec une planche clouée servant de circulation.
Mise en place des armatures et des étais intermédiaires		– Nombre d'étais insuffisant. – Étais non verticaux. – Blessures en manipulant les armatures.	– Respect du plan d'étaiement. – Vérification visuelle. – Port des gants.
Bétonnage de la dalle		– Surcharges de béton. – Affaissement de l'étaiement.	– Contrôle visuel de l'étaiement avec bétonnage (calpinage, verticalité). – Éviter l'ouverture brutale de la benne, ne pas l'ouvrir trop haut.

22 Charpente en bois

22.1 Terminologie du comble

La figure 1 regroupe les principaux termes utilisés en architecture pour désigner les différentes parties d'un comble.



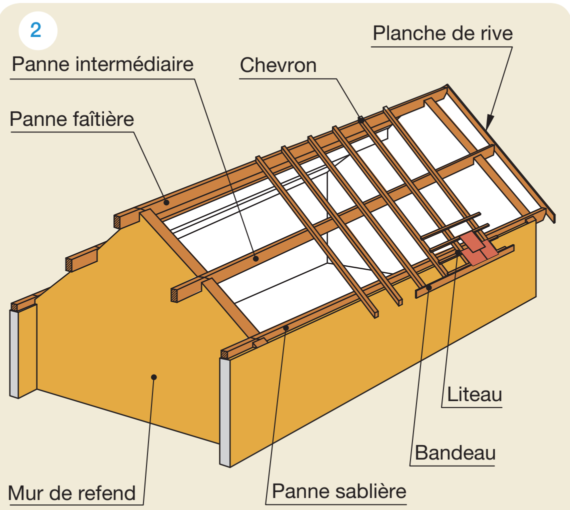
22.2 Charpente traditionnelle

On appelle charpente traditionnelle les charpentes réalisées à partir de bois massifs (généralement des résineux) assemblés par des assemblages traditionnels (tenon-mortaise, embrèvement...).

Dans les cas où il existe des murs de refend, une charpente peut se réduire à :

- des pannes et des chevrons pour la structure,
- des planches de rive et des bandeaux pour ceinturer la toiture.

La figure 2 montre les différents éléments constitutifs d'une charpente simple à cinq pannes.



22.3 Les pannes

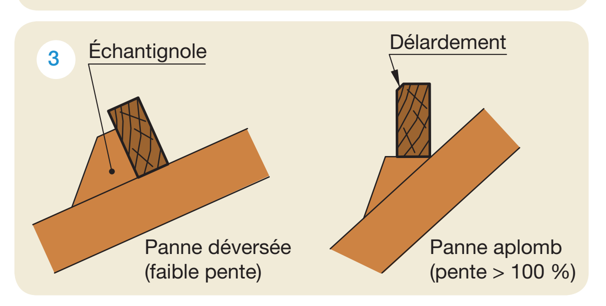
Caractéristiques

- **Sections :** 75 x 205, 75 x 225, 105 x 225.
- **Portées :** elles dépassent rarement 4,50 m, pour des portées supérieures, on utilise des pannes en bois lamellé collé (voir tableau page 115).
- **Espacements :** ils se mesurent horizontalement et peuvent varier selon la pente de 1,20 à 1,80 m.

Fixation des pannes

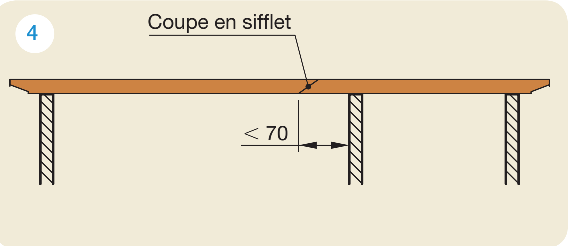
- **Sur les murs :** elles sont scellées, le bois est traité dans les parties où il est en contact avec la maçonnerie.
- **Sur les fermes :** elles sont fixées sur les arbalétriers au moyen d'échantignoles (fig. 3).

Les pannes peuvent être posées à l'aplomb ou déversées.



Joints des pannes

Les pannes sont aboutées par des coupes en sifflet situées sur les appuis. Dans le cas de grandes portées, on peut déporter le joint hors de l'appui ; cette disposition est appelée en **Cantilever** (fig. 4).



22.4 Les chevrons

Caractéristiques

- **Sections :** 60 x 80, 80 x 80, 70 x 90.

Ces sections sont augmentées sous climat de montagne.

- **Espacement :** en principe de 0,50 m.
- **Portée :** de 1,20 à 1,80 m.
- **Fixation :** les chevrons sont toujours disposés suivant la plus grande pente de la toiture. Ils sont cloués sur les pannes.

Dans le cas de combles aménagés, pour concilier espace et isolation, on utilise des complexes isolants qui comportent des raidisseurs remplaçant les chevrons.

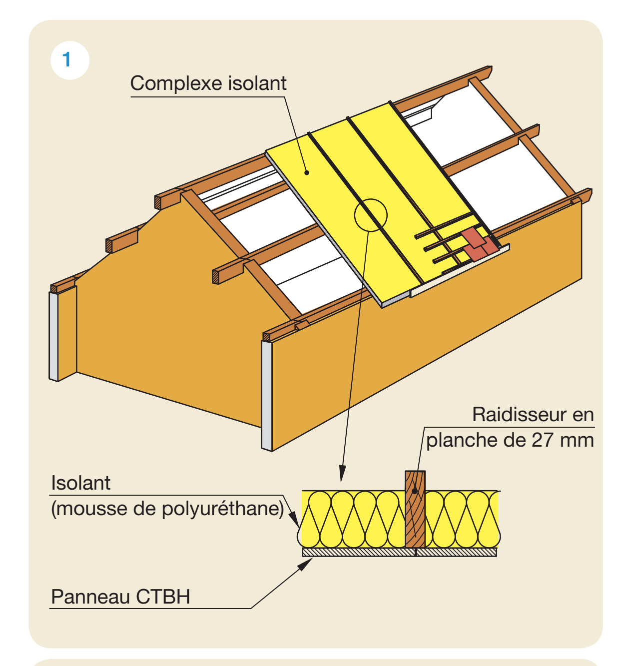
Ces complexes assurent l'isolation thermique, forment la sous face du comble et ménagent un espace permettant la ventilation de la toiture (fig. 1). Leur largeur est généralement de 0,60 m et leur longueur atteint 6,30 m.

Les tableaux ci-dessous donnent les caractéristiques du complexe dont le détail est donné figure 1.

ENTRE-AXES MAXI DES PANNES (M)					
Charges	Épaisseur de l'isolant (mm)				
(kN/m²)	50	70	80	100	120
1,00	2,00	2,00	2,45	2,95	3,60
1,25	1,75	1,75	2,20	2,60	3,20
1,50	1,60	1,60	2,00	2,40	2,90
2,00	1,40	1,40	1,75	2,10	2,50

NOTA : les portées ci-dessus sont données pour trois appuis, pour deux appuis, réduire les portées de 30 %.

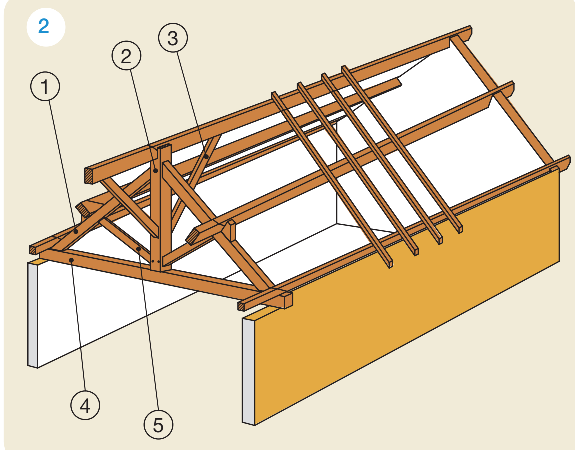
R THERMIQUE DES COMPLEXES					
Épaisseur (mm)	50	70	80	100	120
R (m²/K.W)	1,80	2,40	2,71	3,35	3,85

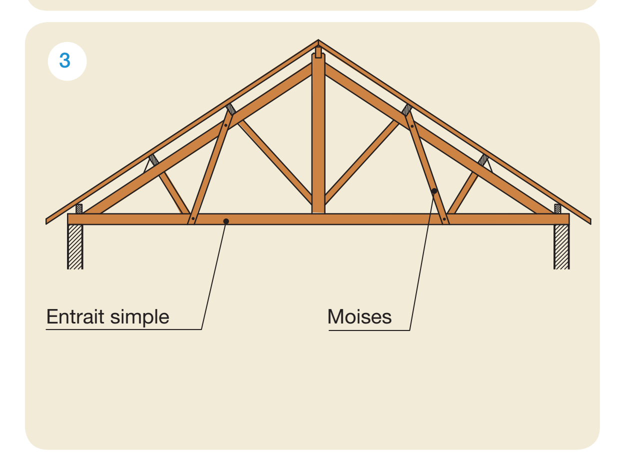


22.5 Les fermes traditionnelles

- Les fermes sont des systèmes triangulés que l'on met en place pour supporter les pannes quand il n'existe pas de murs de refends.
- La figure 2 montre la constitution d'une ferme traditionnelle à 5 pannes.

1	Arbalétrier
2	Poinçon
3	Lien de faîtage
4	Entrait
5	Contrefiche

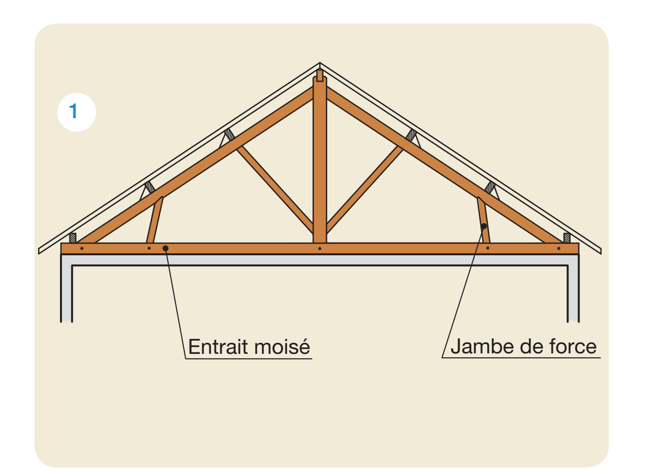




L'espacement des fermes dans un comble peut varier de 3,50 m à 5,00 m.

Les fermes se désignent en fonction de leur forme et du nombre de pannes qu'elles supportent. Le tableau ci-dessous donne le nombre de pannes nécessaires en fonction de la largeur du bâtiment.

Largeur du bâtiment	Nombre de pannes
5 à 8 mètres	5 pannes
9 à 12 mètres	7 pannes *
12 à 15 mètres	9 pannes
15 à 18 mètres	11 pannes



22.51 Fermes à entrait long

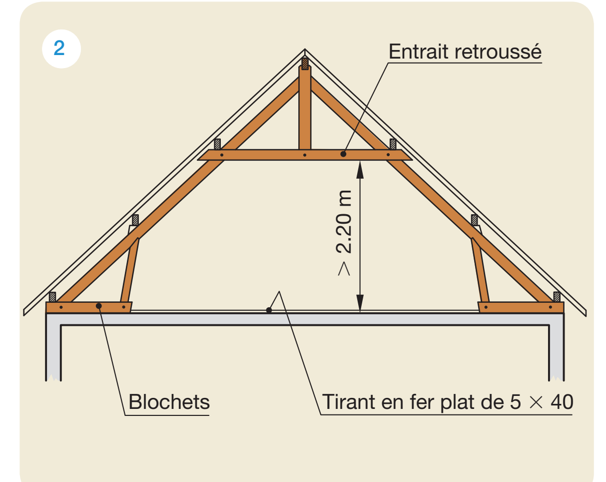
Il existe deux dispositions possibles en fonction du plancher du comble :

Pas de plancher en béton

L'entrait qui doit supporter le plafonnage est repris en 2 points par des moises, ce qui en limite la flèche (voir figure 3 page précédente).

Plancher en béton

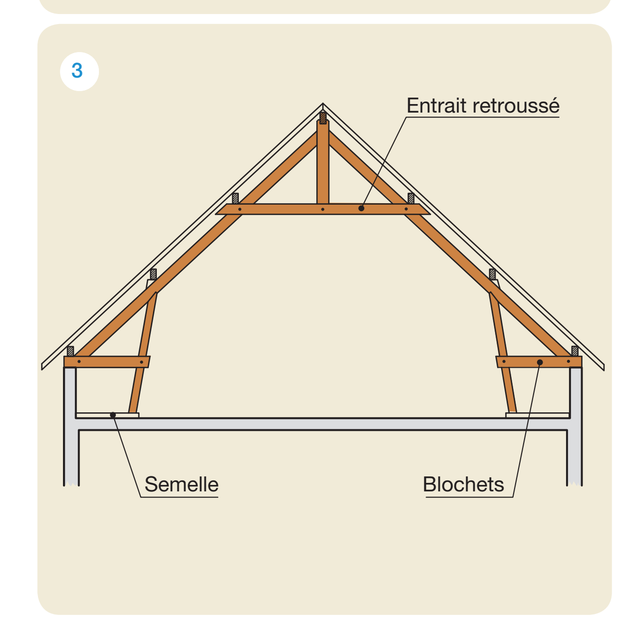
On peut utiliser la disposition de la figure 1 ; la triangulation n'est pas parfaite, mais les efforts exercés par les jambes de force sur le plancher en béton sont faibles et rendent la solution acceptable.



22.52 Fermes à entrait retroussé

Ce type de ferme s'utilise pour les combles habitables. L'entrait est retroussé à la hauteur des pièces que l'on veut réaliser (fig. 2). L'entrait étant coupé, on doit impérativement maintenir les pieds d'arbalétriers en place. Cela peut se faire de deux manières :

- par un tirant en fer plat qui sera noyé dans le revêtement de sol (fig. 2).
- en scellant les blochets dans la dalle. La figure 3 montre une disposition permettant de rehausser le comble.



22.53 Sections des bois de fermes

Le tableau ci-dessous donne les sections moyennes des bois utilisés pour les fermes traditionnelles.

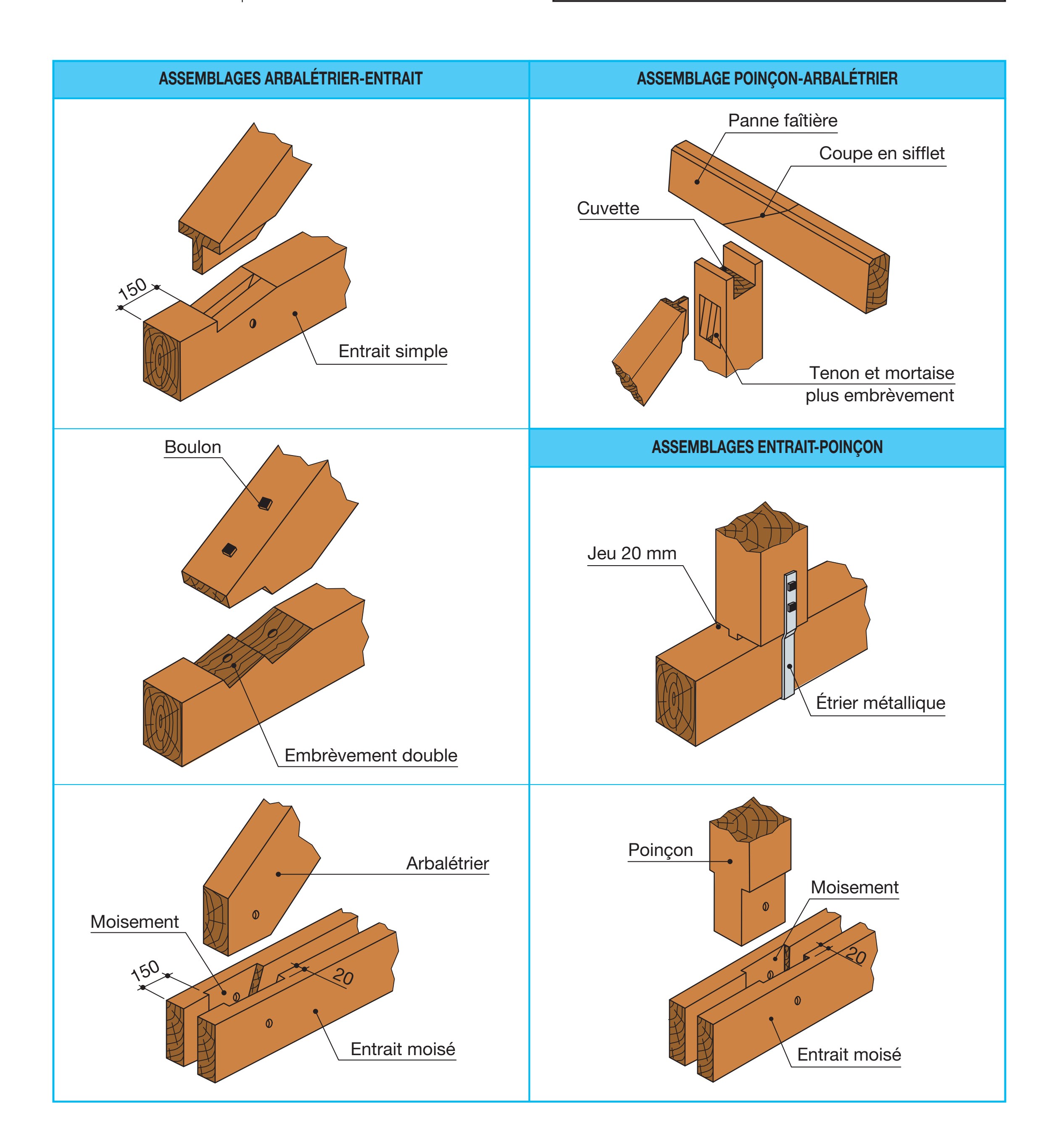
Pièces	Sections (mm)
Entrait simple	140 × 220 ou 160 × 250
Entrait moisé	80 × 220 (2 fois)
Arbalétrier	80 ou 120 × 220
Poinçon	180 × 180 ou 200 × 200
Contrefiche	80 × 140

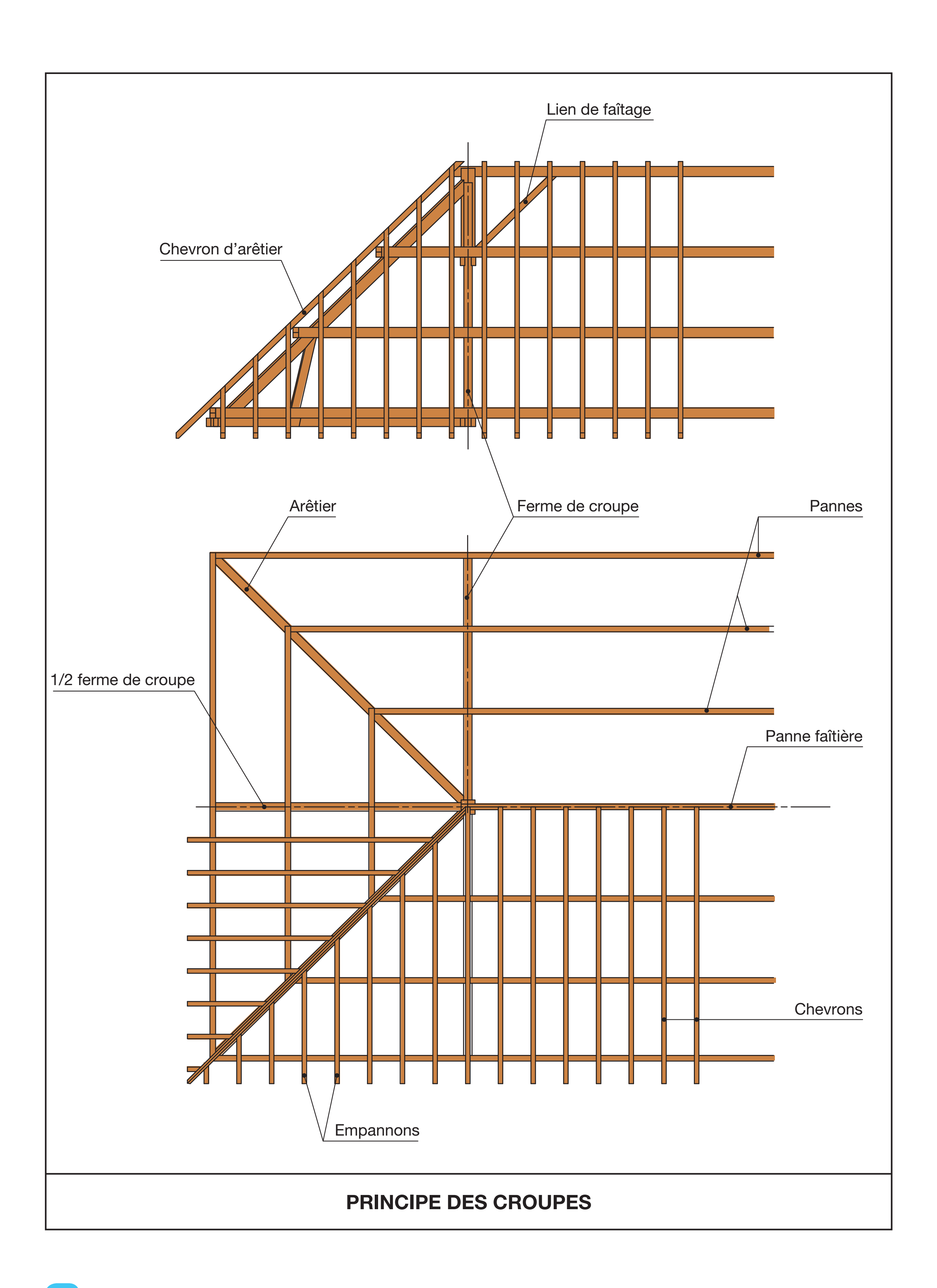
22.6 Les assemblages traditionnels

La charpente traditionnelle utilise essentiellement trois types d'assemblages.

- **Le tenon et la mortaise :** pour tous les assemblages qui transmettent des efforts de compression.
- **L'embrèvement :** qui est souvent associé au tenon afin d'augmenter les surfaces de contact et donc de réduire les contraintes sur les bois.
- Le moisement : est surtout utilisé pour les pièces moisées et les assemblages qui transmettent des efforts de traction.

Les assemblages par tenon et mortaise sont consolidés par des chevilles.
Les assemblages moisés sont boulonnés.





PRINCIPE DES CROUPES

22.7 Fermettes

22.71 Principe

- Ce sont des fermes réalisées à partir de planches dont l'épaisseur est d'au moins **35** mm (47 mm pour les portées supérieures à 15 m). Les largeurs varient de **90** mm pour les membrures intérieures à **180** pour le membrures extérieures.
- Les planches sont assemblées aux nœuds par des plaques à pointes appelées « **connecteurs** ».
- Les fermettes sont fixées sur les murs à des espacements pouvant varier de 0,50 à 1,40 m (généralement **0,60** m).
- Les fermettes sont fabriquées en usine, c'est une technique de charpente rapide et économique qui est très largement utilisée pour les maisons individuelles et bâtiments collectifs d'habitation.

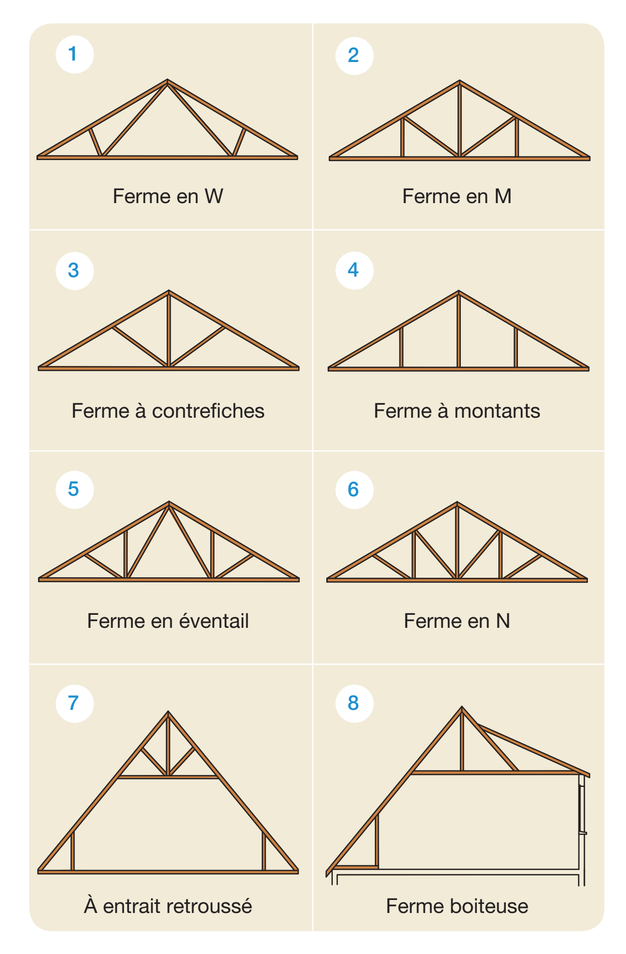
22.72 Différents types

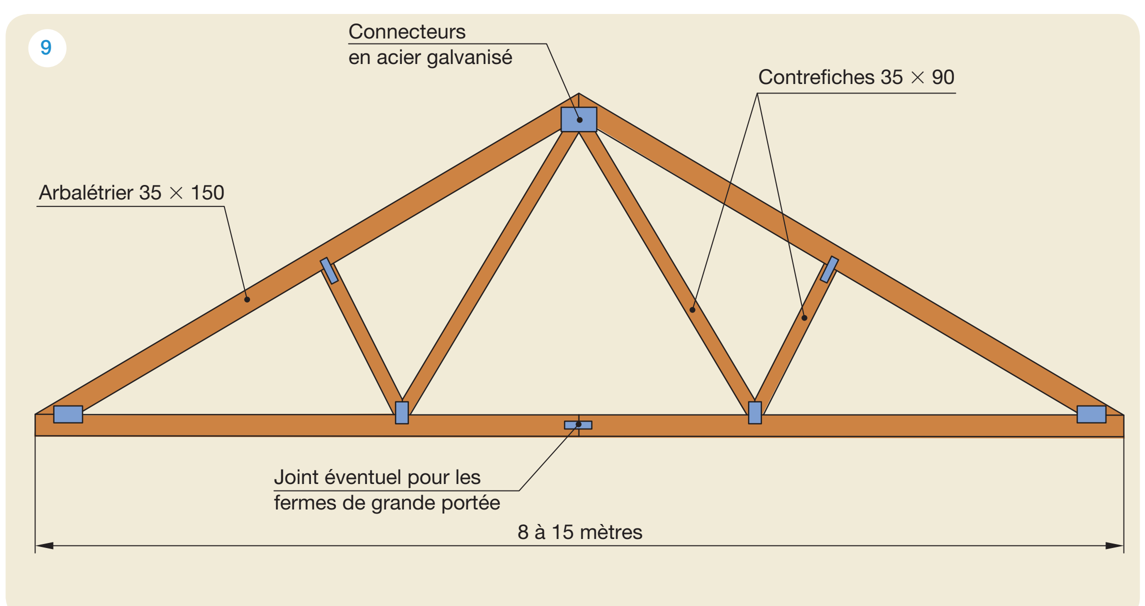
Il existe, comme pour la charpente traditionnelle, des fermettes à entrait long et des fermettes à entrait retroussé pour les combles aménageables.

- Les figures 1 à 6 montrent les formes utilisées pour les combles perdus. La fermette en W est la plus utilisée.
- La réalisation des lucarnes est possible avec le modèle de la figure 8.

22.73 Position des connecteurs

La figure 9 montre la position des connecteurs.





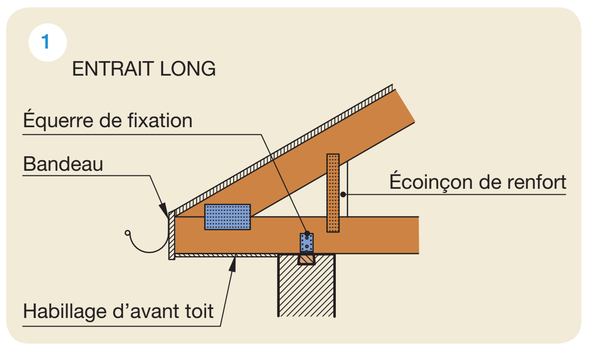
22.74 Dépassées de toiture et fixation des fermettes sur les murs

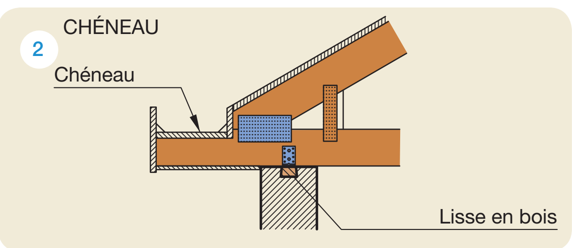
- Les fermettes sont posées sur une lisse en bois solidaire du chaînage et fixées sur celle-ci par des équerres métalliques (fig. 1).
- Lorsque le nœud arbalétrier-entrait se trouve déporté à l'extérieur du mur, il est nécessaire de prévoir un écoinçon ou une barre de renfort (fig. 1 et 2).
- Il existe plusieurs dispositions pour traiter les dépassées de toitures, les figures 1 et 3 présentent des solutions avec gouttière pendante, la figure 2 montre une solution avec chéneau.

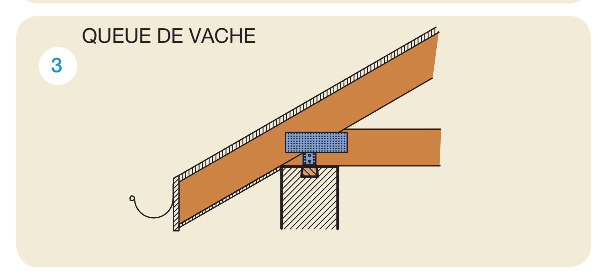
22.75 Consolidation des charpentes

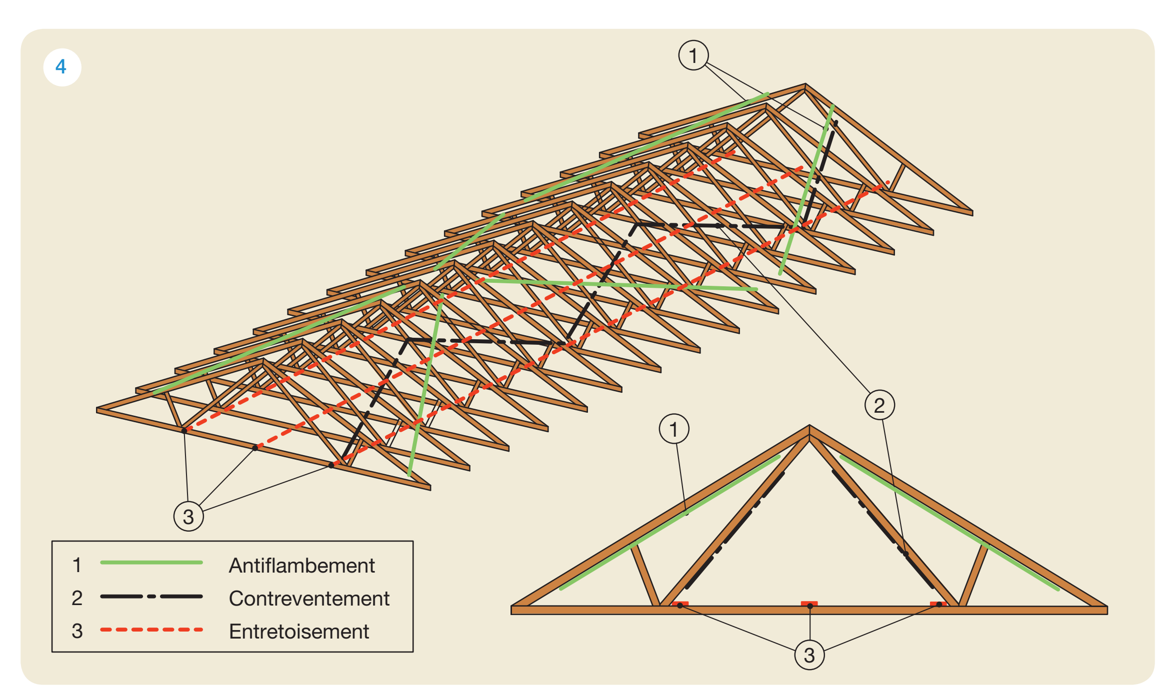
Les sections de bois utilisées pour les fermettes étant faibles, les risques de flambement et de renversement sont importants. Le DTU 31-3 impose un certain nombre de précautions pour assurer une bonne stabilité des charpentes :

- **Antiflambement** à l'aide de planches clouées sous les arbalétriers.
- **Contreventements** à l'aide de planches clouées sous les grandes contrefiches.
- **Entretoisement** à l'aide de planches clouées sur les entraits. La figure 4 illustre ces dispositions.









22.8 Charpentes en lamellé-collé

22.81 Le matériau

- Ce sont des pièces constituées de lamelles de bois résineux de faible épaisseur (de 33 à 45 mm), collées entre-elles à l'aide de colle résorcine.
- Cette technique permet de réaliser des pièces de charpentes plus **résistantes** et **moins déformables** qu'en bois traditionnel, permettant ainsi de réaliser des pièces de **sections importantes** et de **grandes portées**.

22.82 Les structures

Le matériau lamellé-collé pouvant se cintrer, permet la réalisation de pièces complexes et variées. Le tableau ci-contre présente les formes les plus courantes de poutres et de portiques en précisant :

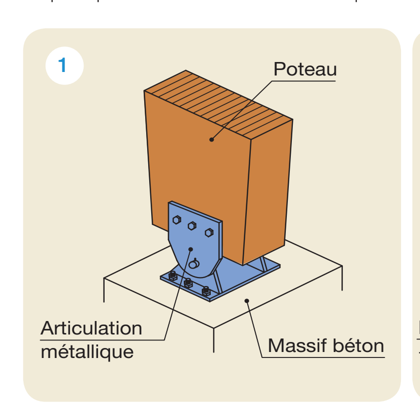
- les limites d'utilisation.
- des éléments de prédimensionnement.

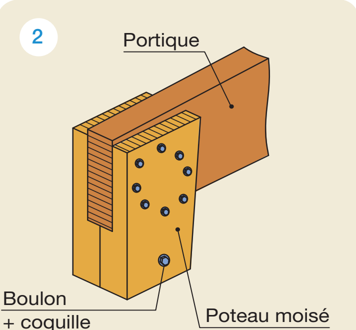
Formes	Portée L (m)	h	H
Poutre droite (L, h)	8 - 50	L/17	
Poutre à double pente (L, h, H)	10 - 50	L/30	L/15
Portique à une pente (L, h, H)	5 - 15	L/45	L/10
Portique à deux pentes faibles (L, h, H)	10 - 40	L/45	L/20
Portique à deux pentes (L, h, H)	10 - 50	L/40	L/17
Portique à angles cintrés (L, h, H)	20 - 50	L/40	L/20
Poutre continue sur trois appuis (L, L, h)	10 - 30	L/20	

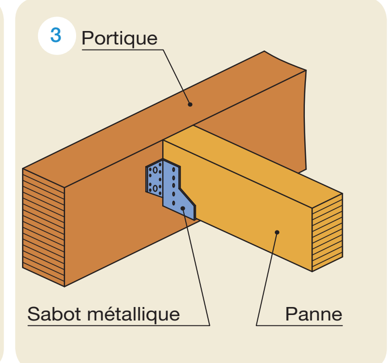
22.83 Les assemblages

S'il reprend certains des assemblages de la charpente traditionnelle (moisement, embrèvement), le lamellé-collé fait largement appel à des pièces de raccords en acier galvanisé. C'est en effet nécessaire pour assurer la liaison de pièces devant reprendre des efforts importants.

- La figure 1 montre la liaison d'un pied de poteau articulé avec le massif de fondation.
- La figure 2 montre la jonction d'une tête de poteau avec une poutre à l'aide d'un assemblage par moisement et d'un boulonnage en couronne.
- La figure 3 montre l'appui d'une panne sur une poutre de portique à l'aide d'un sabot métallique.







22.9 Les dessins de charpente

22.91 Dessins de détail

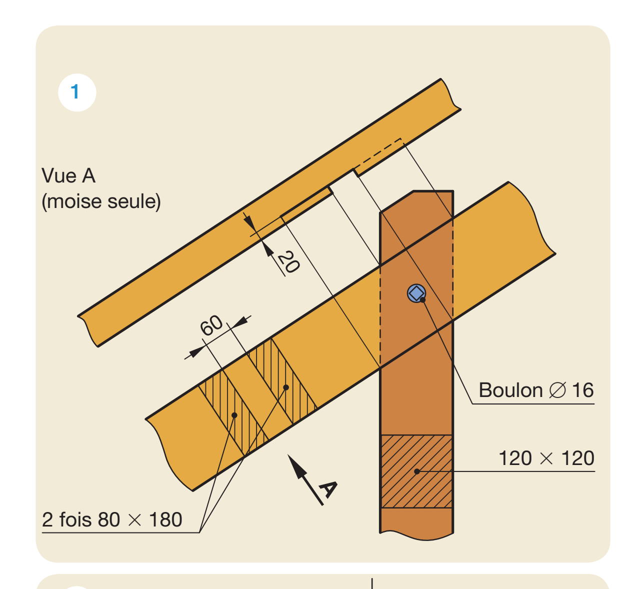
- Ils sont surtout utilisés pour représenter les nœuds d'assemblages et les organes de liaisons.
- On utilise largement les vues obliques et les sections rabattues pour définir les pièces (fig. 1).
- Les bois vus en bout sont barrés par une croix en trait fin pour éviter les hachures (fig. 2).

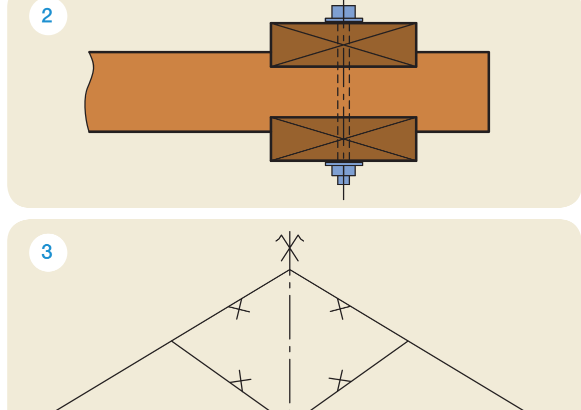
22.92 Dessins d'ensemble

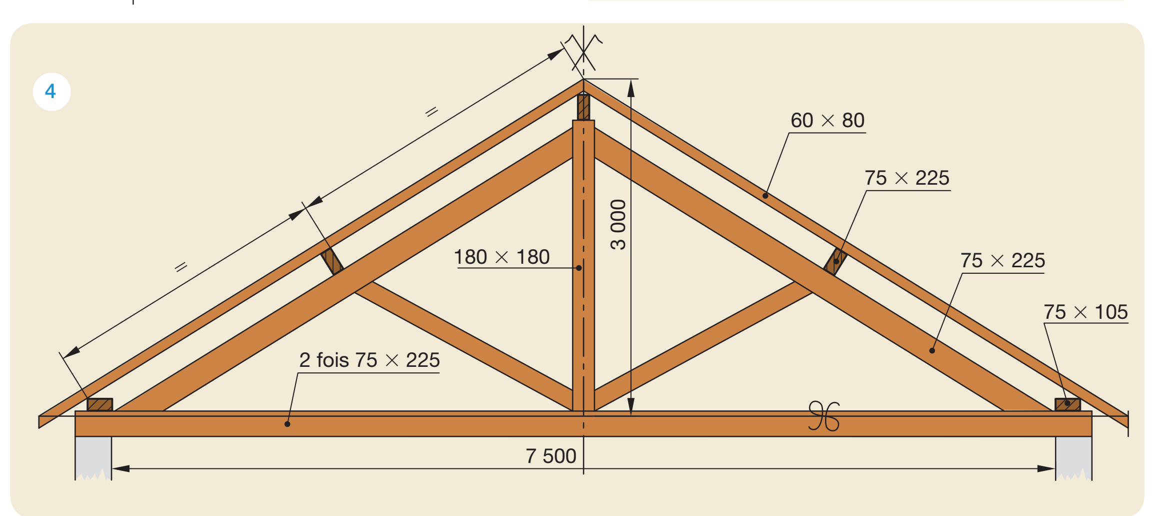
- Ils définissent les formes et dimensions générales de l'ouvrage. Ils précisent également les sections des bois utilisés.
- C'est à partir des dessins d'ensemble que sont réalisées les épures à l'échelle 1 qui permettront la réalisation des ouvrages.
- Les figures 3 et 4 et le tableau ci-dessous montrent un dessin de charpente traditionnelle ainsi que les symboles utilisés sur les épures.

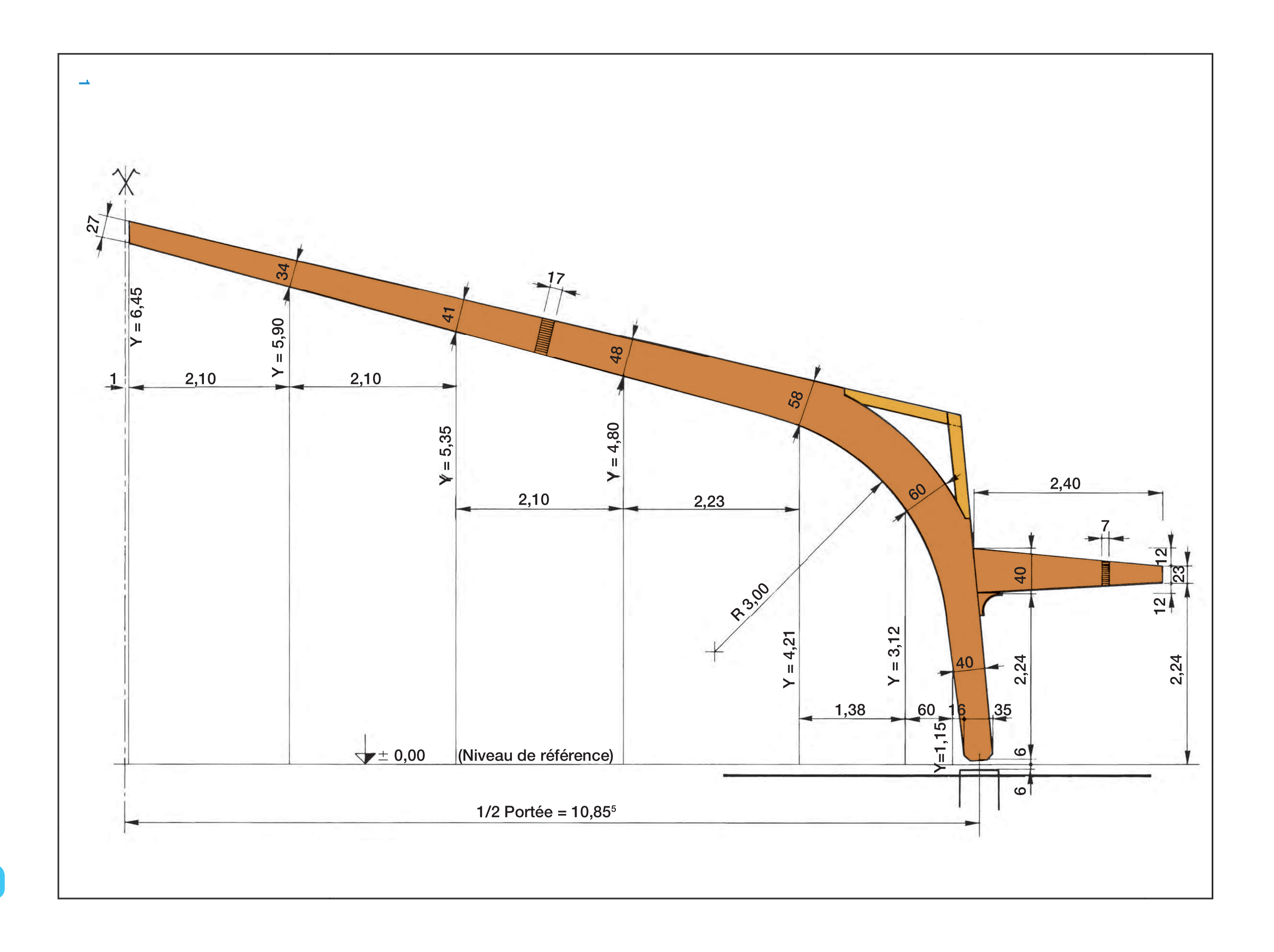
	Ligne d'axe : ligne passant par le faîtage et indiquant l'axe principal de la ferme.
	Ligne de trave : ligne horizontale passant par la face supérieure du pied du chevron.
	Ligne d'épure : ligne indiquant que la pièce de bois doit être placée du côté de la croix.

- La planche, page suivante, montre le dessin d'ensemble d'un demi arc en lamellé-collé avec les cotes nécessaires à l'épure. Les cotes sont en mètres.








1
27
34
17
41
48
58
Y = 6,45
Y = 5,90
1
2,10
2,10
Y = 5,35
Y = 4,80
2,10
2,23
60
2,40
7
40
12
23
12
R 3,00
Y = 4,21
Y = 3,12
40
2,24
2,24
1,38
60
16
35
Y=1,15
6
6
± 0,00
(Niveau de référence)
1/2 Portée = 10,85^{5}

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES BOIS

Tableau 1

CLASSEMENT DES BOIS SELON L'ASPECT VISUEL

NF B 52.001

Aspect des pièces	Résineux			Chêne	
	C30	C22	C18	Classe 1	Classe 2
Diamètre des nœuds en mm	⩽ 30	⩽ 50	⩽ 80	⩽ 30	⩽ 40
Pente du fil en %	⩽ 7	⩽ 15	⩽ 15	⩽ 7	⩽ 12
Flache/longueur	⩽ 1/3	⩽ 1/3	⩽ 1/3	⩽ 1/3	⩽ 1/3

CONTRAINTES MAXIMALES SUR LES BOIS EN MPa

Sollicitations	Croquis	Résineux			Chêne	
		C30	C22	C18	Classe 1	Classe 2
Masse volumique (kg/m³)		460 à 610	340 à 400	320 à 400	800	750
Module d'élasticité (MPa)		12 000	11 000	10 000	12 000	11 200
Compression longitudinale		11	10	8	13,6	10,9
Traction axiale		8	6	5	16,4	9,8
Flexion statique		13,2	10	8	14,7	12,5
Cisaillement longitudinal		1,3	1	0,8	2,2	1,6
Traction transversale		0,15	0,15	0,15	0,6	0,6
Compression transversale		2,5	2,2	2	4,9	3,9

FLEXIBILITÉ DES POUTRES

Portée maximum	Flèche admissible
12 H *	1/500
12 à 14 H	1/500 à 1/300
24 à 30 H	1/300

* Caractéristique - H = hauteur de la poutre.

DIMENSIONS DES BOIS DU NORD

Tableau 2

Sections mm	Appellations traditionnelles	Nombre de m au m³	Nombre de m² au m³	Sections mm	Appellations traditionnelles	Nombre de m au m³	Nombre de m² au m³
Madriers				38 x 150	40 x 155	175,44	26,32
75 x 225	80 x 230	59,26	13,33	38 x 125	40 x 130	210,53	26,32
75 x 200	80 x 205	66,67	13,33	38 x 115	40 x 115	228,83	26,32
75 x 175	80 x 180	76,19	13,33	38 x 100	40 x 105	263,16	26,32
75 x 150	80 x 155	88,89	13,33	32 x 225	32 x 230	138,89	31,25
Bastings				32 x 200	32 x 205	156,25	31,25
63 x 175	65 x 180	90,70	15,87	32 x 175	32 x 180	178,57	31,25
63 x 160	65 x 165	99,21	15,87	32 x 150	32 x 155	208,33	31,25
63 x 150	65 x 155	105,82	15,87	32 x 125	32 x 130	250,00	31,25
50 x 225	52 x 230	88,89	20,00	32 x 115	32 x 115	271,74	31,25
50 x 200	52 x 205	100,00	20,00	32 x 100	32 x 105	312,50	31,25
50 x 175	52 x 180	114,29	20,00	25 x 225	27 x 230	177,78	40,00
50 x 150	52 x 155	133,33	20,00	25 x 200	27 x 205	200,00	40,00
50 x 125	52 x 130	160,00	20,00	25 x 175	27 x 180	228,57	40,00
50 x 115	52 x 115	173,91	20,00	25 x 150	27 x 155	266,67	40,00
50 x 100	52 x 105	200,00	20,00	25 x 125	27 x 130	320,00	40,00
44 x 150	45 x 155	151,51	22,72	25 x 115	27 x 115	347,83	40,00
44 x 115	45 x 115	197,63	22,72	22 x 115	24 x 115	395,26	45,45
44 x 100	45 x 105	227,27	22,72	22 x 100	24 x 105	454,55	45,45
Planches et planchettes				19 x 115	20 x 115	457,67	52,63
38 x 225	40 x 230	116,96	26,32	19 x 100	20 x 105	526,32	52,63
38 x 200	40 x 205	131,58	26,32	16 x 115	16 x 115	543,48	62,50
38 x 175	40 x 180	150,38	26,32	16 x 100	16 x 105	625,00	62,50

Longueurs	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20	4,50	4,80	5,10	5,40	5,70	6,00	6,30	6,60

PORTÉES MAXIMALES DES POUTRES EN BOIS (m)

Tableau 3

BOIS DE 2e CATÉGORIE - HYGROMÉTRIE 15 % - $f \leq \frac{\ell}{300}$ - $\overline{\sigma}$ = 9MPa

Dénominations	Section cm²	I cm⁴	I/v cm³																
				Charges en kN/m² - Écartement 0,30 m															
				0,83	1,66	2,5	3,33	4,16	5,0	5,83	6,66	7,5	8,33	9,16	10,0	10,83	11,66	12,5	13,33
				Charges en kN/m² – Écartement 0,40 m															
				0,62	1,25	1,87	2,5	3,12	3,75	4,37	5,0	5,62	6,25	6,87	7,5	8,12	8,75	9,37	10,0
				Charges en kN/m² – Écartement 0,50 m															
				0,50	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
				Charges uniformément réparties en kN/m															
				0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
Madrier	10,5 x 22,5	9 966	886	10,06	7,99	6,98	6,34	5,88	5,54	5,26	5,03	4,84	4,67	4,52	4,39	4,28	4,17	4,08	3,99
	7,5 x 22,5	7 119	632	9,00	7,14	6,24	5,66	5,26	4,95	4,70	4,50	4,32	4,17	4,04	3,89	3,74	3,60	3,48	3,37
	7,5 x 20,5	5 384	525	8,20	6,50	5,68	5,16	4,79	4,51	4,28	4,10	3,94	3,80	3,68	3,55	3,41	3,28	3,17	3,07
Bastings	6,5 x 18,5	3 429	370	7,05	5,59	4,89	4,44	4,12	3,88	3,68	3,52	3,39	3,26	3,11	2,98	2,86	2,76	2,66	2,58
	6,5 x 16,5	2 433	294	6,29	4,99	4,36	3,96	3,67	3,46	3,28	3,14	3,02	2,91	2,77	2,66	2,55	2,46	2,37	2,30
	5,5 x 15,5	1 706	220	5,59	4,43	3,87	3,52	3,26	3,07	2,92	2,79	2,65	2,51	2,40	2,29	2,20	2,12	2,05	1,99
Chevrons	7,5 x 10,5	723	137	4,20	3,33	2,91	2,64	2,45	2,31	2,19	2,10	2,01	1,94	1,88	1,81	1,74	1,68	1,62	1,57
	7,5 x 7,5	263	70	3,00	2,38	2,08	1,88	1,75	1,65	1,56	1,50	1,44	1,39	1,34	1,29	1,24	1,20	1,16	1,12
	6,5 x 7,5	228	60	2,86	2,27	1,98	1,80	1,67	1,57	1,49	1,43	1,37	1,32	1,26	1,20	1,16	1,11	1,08	1,04
	5,5 x 7,5	193	51	2,70	2,14	1,87	1,70	1,58	1,48	1,41	1,35	1,28	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02	0,99	0,96
	5,5 x 6,5	125	38	2,34	1,86	1,62	1,47	1,37	1,29	1,22	1,17	1,11	1,05	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,83

Exemple 1 :
soit à rechercher la pièce pouvant supporter une charge de 2,50 kN/m pour une portée de 3,80. On lit sur le tableau 7,5 x 20,5.

Exemple 2 :
Soit à rechercher la portée que peuvent passer des solives de 6,5 x 18,5 supportant une charge de 6,25 kN/m² et espacées de 0,40 m, on lit sur le tableau : 3,26 m.

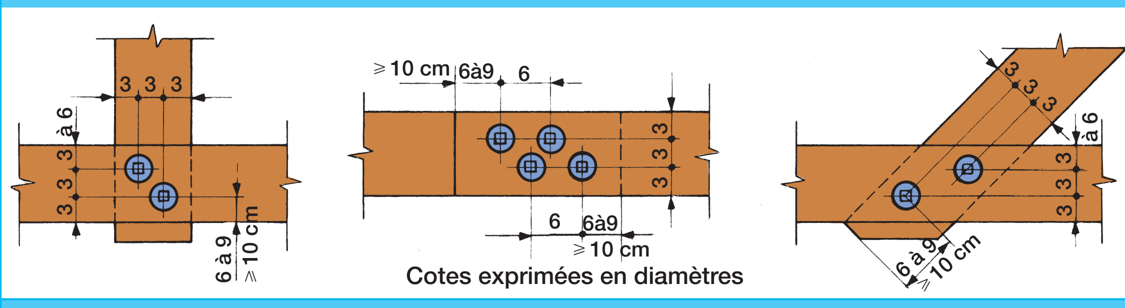
Tableau 4

PORTÉES MAXIMALES DES POUTRES STANDARD EN LAMELLÉ-COLLÉ (m)

Charges (kN/m)	Sections (mm)											
	90 × 265	90 × 310	90 × 355	90 × 400	105 × 310	105 × 400	115 × 265	115 × 355	115 × 445	115 × 535	140 × 535	140 × 760
1	6,20	7,50	8,60	9,25	7,75	9,80	6,80	9,00	11,20	13,30	14,00	
1,5	5,50	6,60	7,60	8,25	6,85	8,75	6,00	8,00	10,90	11,80	12,55	17,50
2	5,00	6,00	6,90	7,60	6,30	8,05	5,54	7,40	9,10	10,80	11,55	16,20
2,5	4,70	5,60	6,40	7,10	5,90	7,55	5,10	6,90	8,50	10,20	10,85	15,20
3	4,35	5,20	6,05	6,70	5,55	7,05	4,75	6,50	8,10	9,60	10,30	14,35
3,5	4,20	4,90	5,70	6,40	5,20	6,70	4,55	6,15	7,65	9,20	9,85	13,70
4	4,00	4,70	5,40	6,10	4,90	6,40	4,30	5,80	7,40	8,80	9,45	13,20
4,5	3,80	4,50	5,15	5,80	4,75	6,20	4,20	5,60	7,05	8,50	9,10	12,70
5	3,70	4,35	4,90	5,60	4,55	5,90	4,05	5,45	6,75	8,20	8,80	12,25
6	3,50	4,05	4,65	5,25	4,25	5,55	3,80	5,05	6,35	7,60	8,25	11,55
7	3,30	3,80	4,40	4,95	4,05	5,20	3,60	4,75	6,00	7,20	7,75	10,90
8	3,15	3,65	4,25	4,70	3,80	5,00	3,45	4,55	5,70	6,85	7,40	10,40
9	3,00	3,50	4,05	4,50	3,70	4,80	3,30	4,30	5,45	6,55	7,10	10,00
10	2,80	3,40	3,90	4,30	3,60	4,60	3,20	4,20	5,25	6,30	6,80	9,60
11	2,70	3,30	3,75	4,15	3,50	4,45	3,10	4,05	5,05	6,10	6,60	9,30
12	2,60	3,15	3,60	4,00	3,40	4,30	3,00	3,90	3,85	5,90	6,40	9,00
13	2,50	3,05	3,50	3,85	3,30	4,20	2,90	3,75	3,70	5,70	6,20	8,70
14	2,45	3,00	3,40	3,75	3,25	4,10	2,80	3,70	3,60	5,60	6,05	8,50
15	2,40	2,80	3,30	3,70	3,20	4,00	2,70	3,60	3,50	5,40	5,90	8,25

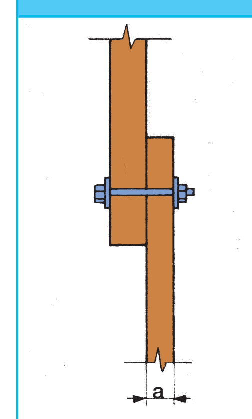
ASSEMBLAGES BOULONNÉS	Tableau 5

RÉPARTITION DES BOULONS



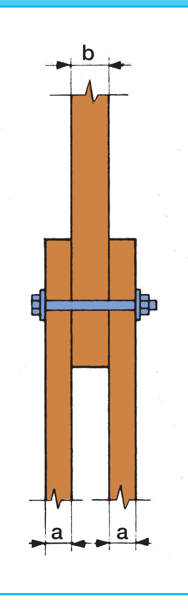
Cotes exprimées en diamètres

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT SIMPLE



a en mm	a = 20					a = 27				
∅ du boulon	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16
Charges en kN	0,9	1,05	1,2	1,4	1,6	1,05	1,3	1,6	1,85	2,1
a en mm	a = 35					a = 50				
∅ du boulon	8	10	12	14	16	10	12	14	16	18
Charge en kN	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	1,8	2,15	2,4	2,9	3,2
a en mm	a = 65					a = 75 et +				
∅ du boulon	10	12	14	16	18	12	14	16	18	20
Charge en kN	2,0	2,4	2,9	3,4	3,8	2,6	3,0	3,5	4,0	4,4

RÉSISTANCE AU DOUBLE CISAILLEMENT



a et b en mm	b = 20 a ⩾ 13					b = 27 a ⩾ 18				
∅ du boulon	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16
Charges en kN	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	2,6	3,0	4,0	4,6	5,2
a et b en mm	b = 35 a ⩾ 27					b = 50 a ⩾ 33				
∅ du boulon	8	10	12	14	16	10	12	14	16	18
Charges en kN	3	3,75	4,5	5,25	6,0	4,5	5,4	6,0	7,2	8,0
a et b en mm	b = 65 a ⩾ 42					b == 75 a ⩾ 50				
∅ du boulon	10	12	14	16	18	12	14	16	18	20
Charges en kN	5,1	6,0	7,2	8,5	9,5	6,6	7,5	8,0	10,0	11,0
a et b en mm	b = 90 a ⩾ 60					b = 105 a ⩾ 65				
∅ du boulon	14	16	18	20	22	16	18	20	22	24
Charges en kN	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	10,4	11,6	13,0	14,3	16,2

23 Couverture

Toute étude de couverture doit s'effectuer en considérant les paramètres suivants :

- La région et le site de la construction (voir carte p. 128).
- La pente de la toiture.
- La longueur du versant de toiture.
- Le support de couverture.
- Le mode de fixation des éléments.
- Les travaux de raccords (rive, faîtage, arêtier, noue, souche...).
- La ventilation de la couverture.

On distingue en matière de couverture, trois grandes familles de produits :

- Les petits éléments (ardoises, tuiles, bardeaux).
- Les grands éléments (bacs nervurés, plaques en fibres-ciment, tôles planes).
- Les produits d'étanchéité (bitumes armés, membranes PVC, étanchéités liquides).

23.1 Couvertures en tuiles

Il en existe une grande variété de formes et de couleurs adaptées à chaque région et permettant de couvrir une large plage de pentes.

23.11 Tuiles canal (DTU 40-22)

Elles sont principalement utilisées dans le sud de la France et sont adaptées aux faibles pentes. Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques des tuiles canal.

Modèle	Masse unit. kg	Pureau mm	Nb au m²	Masse au m²
Petit format	1,5	250	25	37,5
Grand format	2,5	300	22	55
Vernissées	1,9	200	30	57

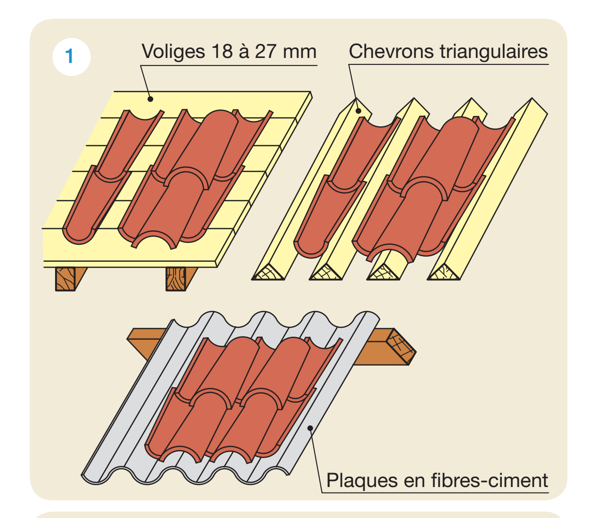
- **Pentes :** de 25 à 50 %, le tableau ci-dessous indique les pentes minimales à respecter.

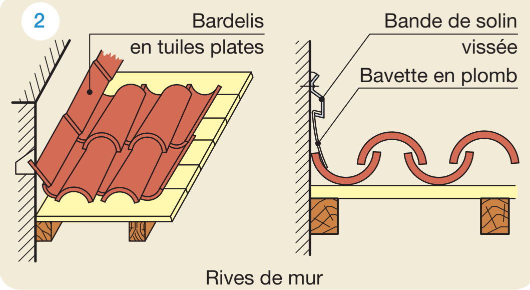
Modèle	Site	Zone I	Zone II	Zone III
Tous formats	Abrité	28 %	30 %	35 %
	Normal	33 %	35 %	40 %
	Exposé	40 %	40 %	interdit

- **Supports :** la figure 1 montre les supports qui peuvent être utilisés pour les tuiles canal.

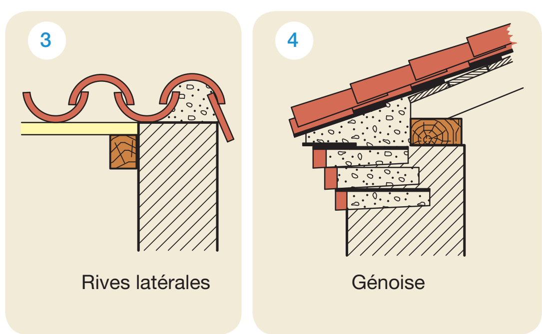
- **Fixation :** scellement partiel au mortier de ciment en pose traditionnelle, ou collage avec mastic au silicone. Certaines tuiles possèdent des ergots, elles sont alors accrochées à des liteaux.

- **Travaux de raccords :** les figures 2 et 3 montrent les dispositions relatives aux rives de toitures. La figure 4 montre comment se traitent les égouts dans la pose traditionnelle. Cette disposition appelée « génoise » peut être remplacée par une gouttière classique plus économique. Voir p. 119 pour les sorties de souches.





Rives de mur



Rives latérales

Génoise

23.12 Tuiles à emboîtement (DTU 40-21 et 40-24)

Ce sont les tuiles les plus utilisées. Il existe une grande variété de modèles et de dimensions (voir fig.1). La plupart des modèles existent en terre cuite et en béton. Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques de ce type de tuiles.

Modèle	Masse unit. kg	Pureau mm	Nb au m²	Masse au m²
Romane LD	3,2	350	13,5	43,2
Standard	2,8	340	15	42
À côte pt. moule	2,2	250	22	48,4
À côte gd. moule	3	340	13	39
Monopole pt. moule	1,8	235	22	39,6
Losangée gd. moule	3	340	13	39

- **Pentes :** de 35 à 120 %, le tableau ci-dessous indique les pentes minimales à respecter.

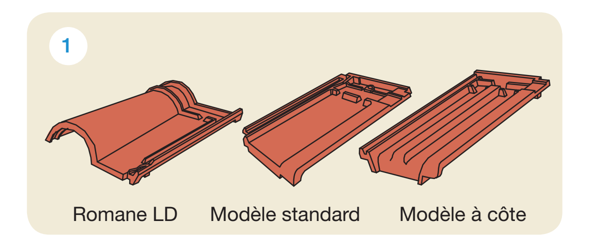
Modèle	Site	Zone I	Zone II	Zone III
Grand moule	Abrité	35 %	35 %	50 %
	Normal	40 %	50 %	60 %
	Exposé	60 %	70 %	80 %
Petit moule	Abrité	40 %	50 %	60 %
	Normal	60 %	60 %	70 %
	Exposé	70 %	80 %	90 %

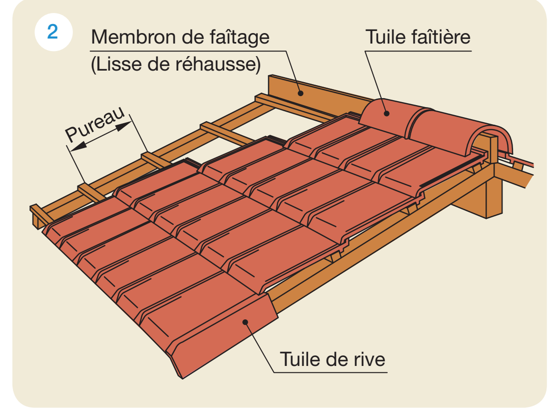
- **Supports :** liteaux de 30 x 30 mm.
- **Fixation :** les tuiles sont accrochées aux liteaux à l'aide d'ergots situés en sous face ; elles sont de plus clouées au voisinage des rives et de l'égout.
- **Travaux de raccords :** il existe une grande variété d'accessoires permettant de traiter la plupart des points singuliers (fig. 2). Raccords de murs, voir figure 2 page précédente. Sortie de souche, voir figure 3 p. 119.

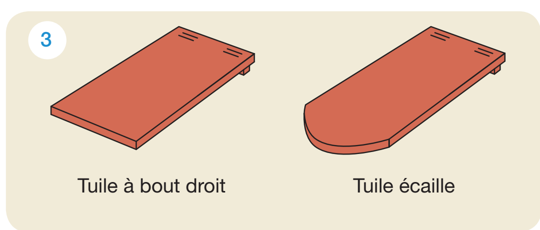
23.13 Tuiles plates (DTU 40-23 et 40-25)

Elles existent à bout arrondi (« écaille ») ou à bout droit (fig. 3). Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques de ce type de tuiles.

Modèle		Masse unit. kg	Pureau mm	Nb au m²	Masse au m²
Petit moule	14 × 24	0,75	80	77	55,7
	15 × 27	1,1	85	62	68,2
	16 × 27	1,3	85	67	87
	17 × 27	1,4	85	66	92,4
Grand moule	16 × 34	1,5	140	41	61,5
	16 × 38	1,5	150	42	63
	17 × 34	1,5	140	40	60
	18 × 32	1,4	105	45	68,8







- **Pentes :** de 70 à 200 %, le tableau ci-dessous indique les pentes minimales à respecter.

Modèle	Site	Zone I	Zone II	Zone III
Grand moule	Abrité	70 %	70 %	80 %
	Normal	80 %	90 %	100 %
	Exposé	100 %	110 %	120 %
Petit moule	Abrité	80 %	80 %	90 %
	Normal	90 %	100 %	110 %
	Exposé	110 %	120 %	125 %

- **Supports :** liteaux de 30 × 30.
- **Fixation :** identique aux tuiles à emboîtement.
- **Travaux de raccord :** accessoires analogues aux tuiles à emboîtement.

NOTA : la pose d'un écran sous toiture (voir page 122) permet de réduire les pentes minimales des tuiles plates et des tuiles à emboîtement de 5 %.

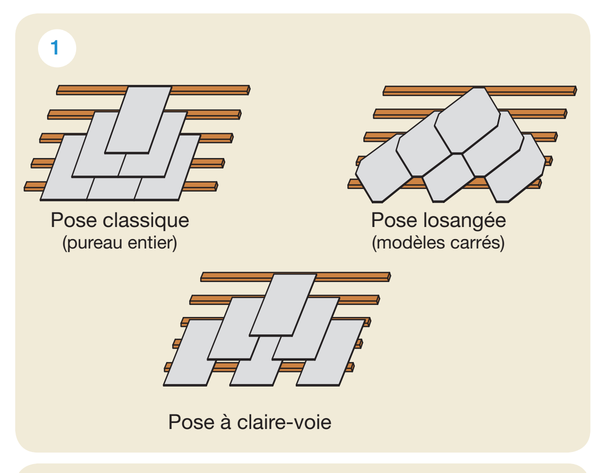
23.2 Couvertures en ardoises

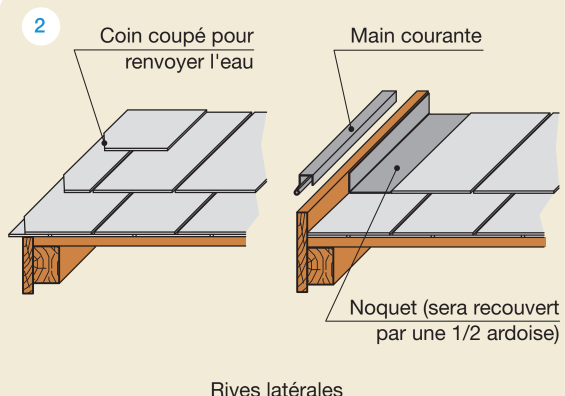
(DTU 40-11)

Les ardoises de couverture existent en pierre naturelle et en fibres-ciment. Les modes de pose sont représentés figure 1. Le pureau à claire voie n'est utilisé que pour les bardages. Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques des ardoises.

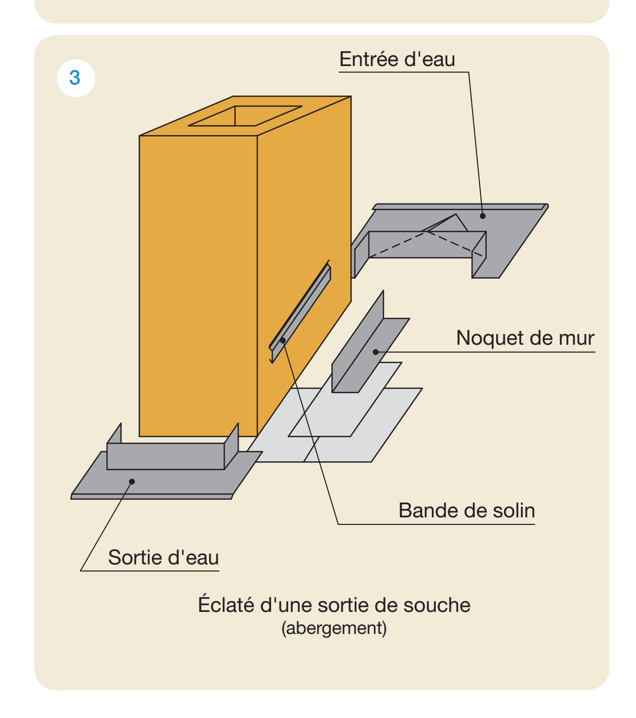
DIMENSIONS DES ARDOISES			
	Dénomination	Dimensions H et L (mm)	Masse au mille (kg)
Ordinaire	35 × 25	355 × 250	650
	Grand modèle	325 × 220	500
	1re carrée fine	300 × 220	420
	1re carrée forte	300 × 220	520
	2e carrée	300 × 200	400
	Moyenne	270 × 180	340
	Flamande n° 1	270 × 160	300
	Flamande n° 2	270 × 150	290
	3e carrée n° 1	250 × 180	300
	3e carrée n° 2	250 × 150	260
	4e carrée	220 × 160	250
Carrée	36 × 36	355 × 355	1 370
	33 × 33	325 × 325	1 040
	30 × 30	300 × 300	890
	25 × 25	250 × 250	610
Anglais	n° 2	680 × 355	2 750
	n° 3	608 × 300	2 320
	n° 4	558 × 280	1 940
	n° 4 bis	558 × 300	2 070
	n° 5	508 × 250	1 380
	46 × 30	460 × 300	1 500
	n° 6	460 × 250	1 270
	n° 7	405 × 200	810
	n° 8	355 × 200	700
	n° 9	355 × 180	610
	n° 10	300 × 160	450
	n° 11	350 × 250	920
	n° 12	300 × 200	590
	n° 13	405 × 250	1 100
	n° 14	460 × 230	1 150

- **Pentes :** de 40 % à la verticale. Voir page suivante pour le calcul du pureau.
- **Supports :** liteaux de 14 × 40 mm ou 18 × 40.
- **Travaux de raccords :** les figures 2 et 3 de cette page et de la page suivante montrent les principaux points singuliers rencontrés. Le principe de l'entourage de souche est valable pour tous les types de couvertures.





Rives latérales



Éclaté d'une sortie de souche
(abergement)

● **Calcul du pureau :** on appelle pureau la partie visible de l'ardoise qui correspond à l'écartement de deux liteaux successifs (fig. 1).

Le pureau se détermine par la relation suivante :

$$P = \frac{H - R}{2}$$

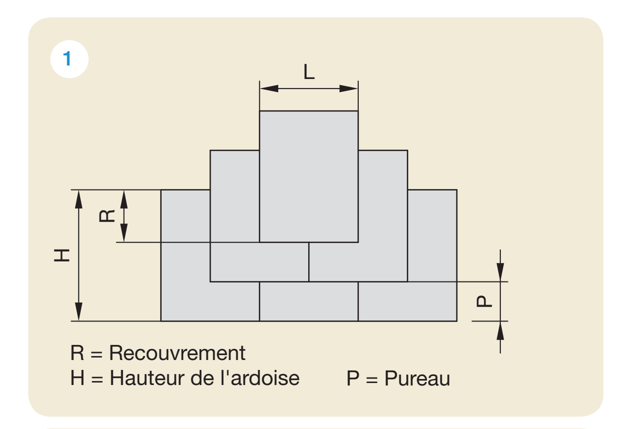
Les valeurs de R sont données dans le tableau ci-dessous en fonction de la pente, de la zone et du mode de fixation (crochet ou clou).

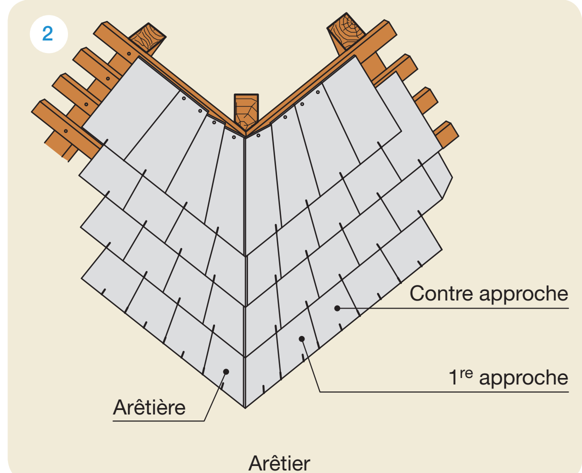
VALEURS DES RECOUVREMENTS R (mm)						
Pente %	Zone I		Zone II		Zone III	
	Pose au clou	Pose au crochet	Pose au clou	Pose au crochet	Pose au clou	Pose au crochet
20	-	-	-	-	-	-
22,5	-	-	-	-	-	-
25	153	153	-	-	-	-
27,5	145	147	-	-	-	-
30	134	142	-	-	-	-
32,5	124	136	153	153	-	-
35	116	131	146	146	-	-
37,5	110	127	137	137	-	-
40	106	123	129	129	153	153
45	97	115	115	115	135	143
50	90	109	106	106	122	134
55	86	103	99	99	112	127
60	82	99	93	93	104	121
70	76	92	86	86	95	110
80	72	86	81	81	89	103
90	69	81	77	77	84	98
100	67	78	74	74	81	93
120	64	73	70	70	76	87
140	62	70	68	68	74	83
170	60	67	66	66	71	80
200	59	65	64	64	69	77
250	57	63	63	63	68	75
300	57	62	62	62	68	74
375	55	61	62	62	67	73
> 375	55		61	61	65	

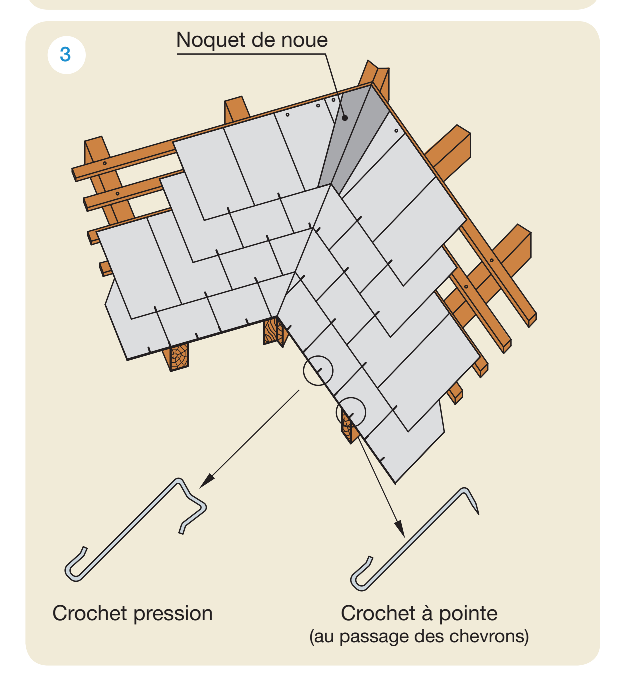
● **Fixation :** les ardoises peuvent être clouées ou accrochées aux liteaux avec des crochets fabriqués à base de fil en acier galvanisé, cuivre ou inox.

La figure 3 ci-contre montre les deux types de crochets utilisés pour la pose des ardoises.

Le crochet à pointe est utilisé au passage des chevrons.







23.3 Couvertures en bardeaux

(DTU 40-14)

Le bardeau d'asphalte (ou de bitume) est un matériau de couverture léger, il permet de s'adapter aux formes de toitures les plus variées, il existe des modèles de différentes formes (fig. 1) et une grande variété de coloris.

- **Pentes :** 20 à 160 %. Les bardeaux se posent en respectant un recouvrement R (voir fig. 1 page précédente), qui est fonction des paramètres de la toiture. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de R.

VALEURS DES RECOUVREMENTS R (mm)				
Pente %	Zones I et II		Zone III	
	Largeur de rampant (m)		Largeur de rampant (m)	
	< 16,5	16,5 à 30	< 16,5	16,5 à 30
20 à 25	120	-	-	-
26 à 30	120	120	120	120
31 à 35	80	100	100	120
36 à 40	50	70	70	70
> 40	50	50	50	50

- **Supports :** généralement des panneaux de particules CTBH, mais aussi des panneaux CTBX ou de la volige. Le tableau ci-dessous donne les épaisseurs minimales à utiliser.

CARACTÉRISTIQUES MINI DES SUPPORTS		
Nature	Épaisseur (mm)	Largeur (mm)
Voliges	18	150
Planches	22	200
Lames à parquet	23	200
Contre-plaqué CTBX	10	1 550
Panneaux CTBH	18	1 000

- **Fixation :** les bardeaux sont cloués en quatre points à l'aide de clous à large tête (∅ 10 mm).

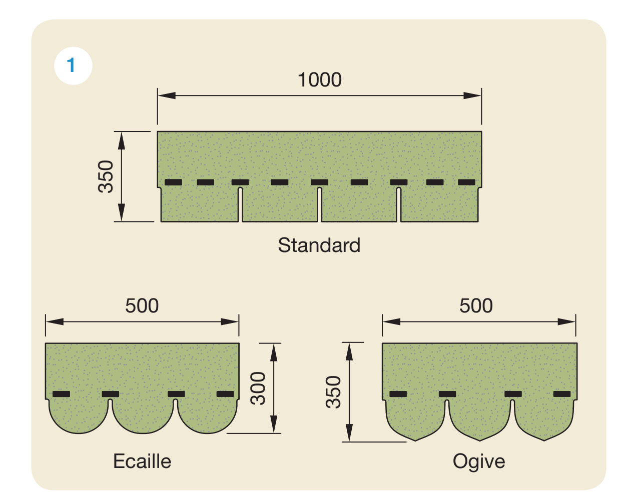
Des zones de colle thermosoudable complètent la fixation des bardeaux entre eux.

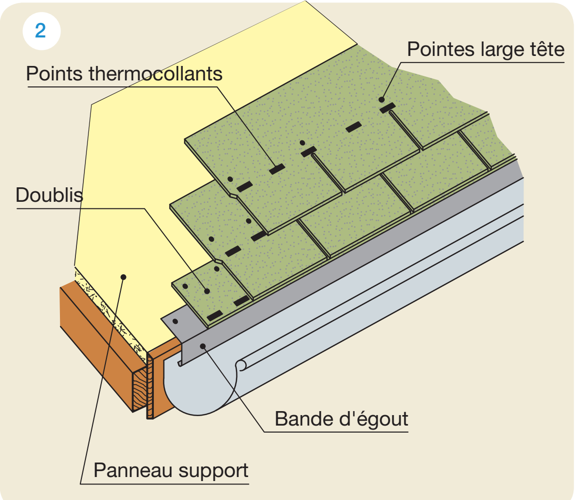
- **Travaux de raccord :**

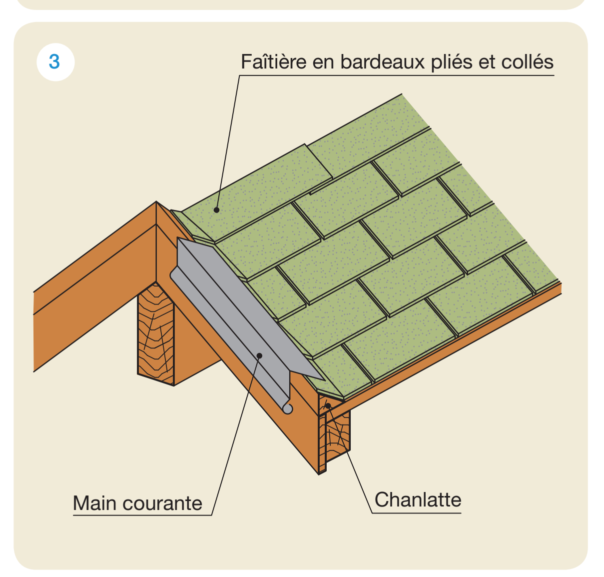
– Les sorties de souches sont analogues à celles des ardoises.

– La figure 2 montre un départ de couverture au niveau de la gouttière. Le doublis est collé sur la bande d'égout avec une colle spécifique à base de bitume.

– La figure 3 montre une solution pour traiter les rives latérales et le faîtage. Dans les deux cas, les bardeaux sont pliés et collés pour effectuer le raccord.







23.4 Couvertures en plaques nervurées (DTU 40-35)

Ce sont des éléments en acier de grande longueur essentiellement utilisés pour les bâtiments industriels et commerciaux. Ils peuvent être prélaqués dans différentes couleurs et existent en trois grands types de produits :

23.41 Bacs classiques de couverture (fig. 1)

- **Pentes et recouvrements :** voir tableau ci-dessous.

RECOUVREMENT DES BACS R (mm)			
Pente	Zone I	Zone II	Zone III
7 à 10 %	300	300	-
11 à 15 %	200	200	300
> 15 %	150	150	200

- **Supports :** pannes métalliques IPN ou IPE.

Le tableau ci-dessous donne l'écartement des pannes pour les bacs courants (hauteur 39 de la gamme HACIERO de ARVAL) et pour trois appuis.

ÉCARTEMENT DES APPUIS (m)				
Charge kN/m²	Épaisseur de la tôle (mm)			
	0,63	0,75	0,88	1,00
1,00	2,20	2,95	3,25	3,40
1,25	2,20	2,75	2,95	3,15
1,50	2,20	2,50	2,70	2,90
1,75	1,95	2,25	2,50	2,65
2,00	1,70	1,95	2,30	2,50

- **Fixation :** les bacs de couverture sont fixés aux pannes à l'aide de vis autotaraudeuses en sommet d'ondes.

23.42 Supports d'étanchéité (fig. 2)

Le tableau ci-dessous donne l'espacement des pannes pour les bacs courants (hauteur 40 de la gamme HACIERO de ARVAL) et pour trois appuis.

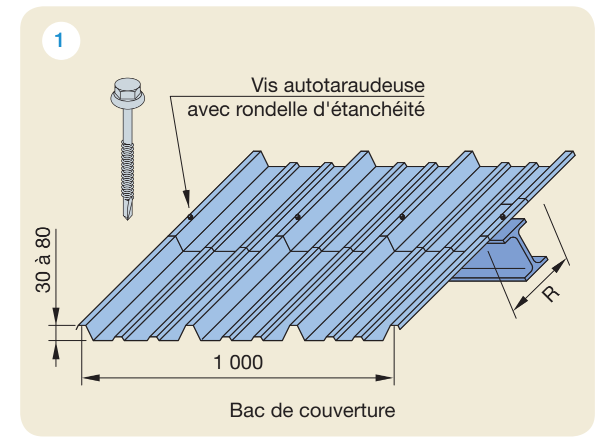
ÉCARTEMENT DES APPUIS (m)				
Charge kN/m²	Épaisseur de la tôle (mm)			
	0,75	0,88	1,00	1,25
1,10	3,20	3,35	3,50	3,80
1,25	3,15	3,30	3,45	3,70
1,50	2,90	3,10	3,25	3,50
1,75	2,70	2,90	3,10	3,30
2,00	2,50	2,70	2,90	3,15

NOTA : pour deux appuis, réduire les portées de 14 %.

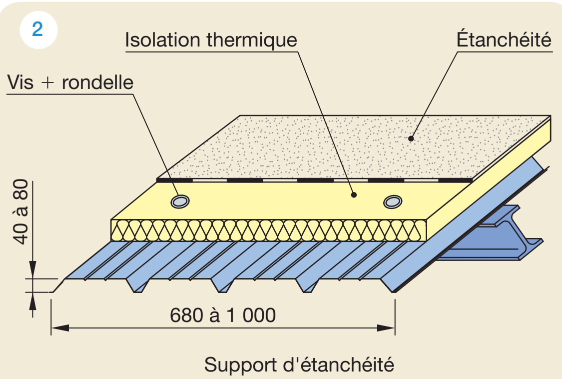
23.43 Panneaux sandwich (fig. 3)

Ils existent en six épaisseurs 30, 40, 50, 60, 80, 100 mm.

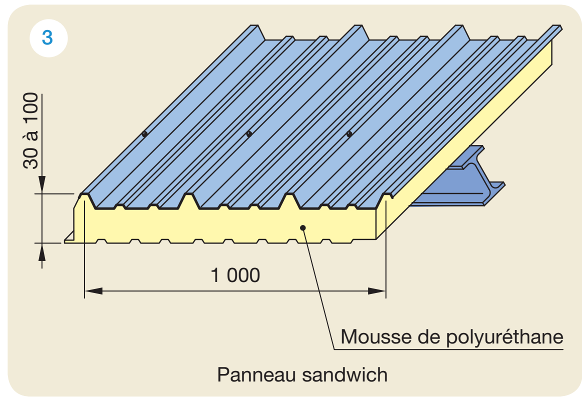
23.44 Accessoires (fig. 4)



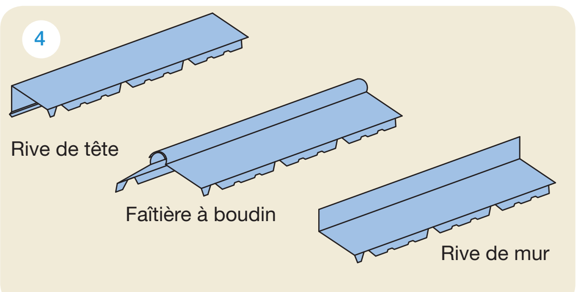
Bac de couverture



Support d'étanchéité



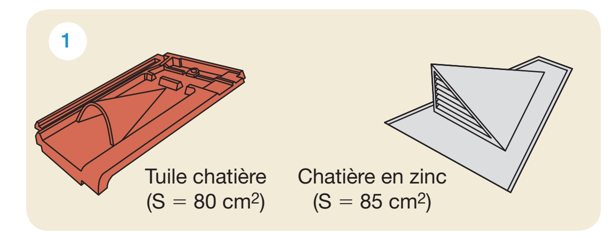
Panneau sandwich

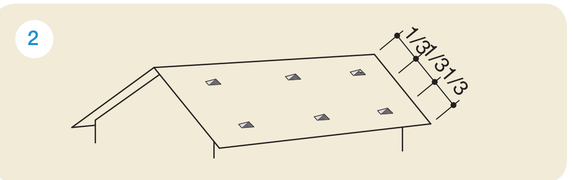


23.5 Ventilation des toitures

La ventilation des toitures s'impose pour trois raisons :

- En été, pour lutter contre l'effet de four en évacuant à l'extérieur l'air chaud accumulé par la couverture.
- En hiver, pour permettre l'évacuation de la vapeur d'eau migrant au travers du plancher ou de la toiture.
- Sous climat de montagne, pour éviter les barrages de glace en équilibrant les températures sur toute la surface de la toiture.





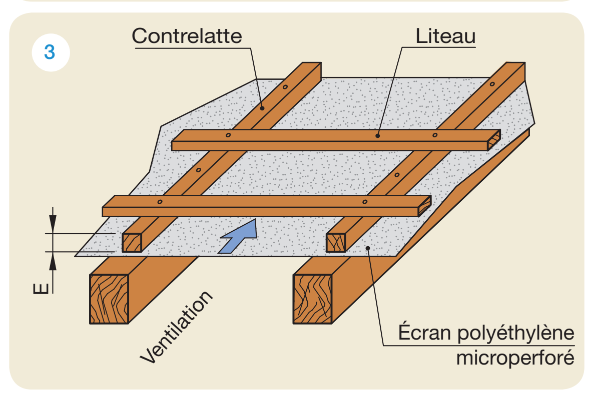
23.51 Cas des combles non aménagés

- **Dispositif**

On utilise des chatières (fig. 1) réparties pour moitié dans le tiers inférieur et pour le reste dans le tiers supérieur de chaque versant (fig. 2).

- **Surface de ventilation**

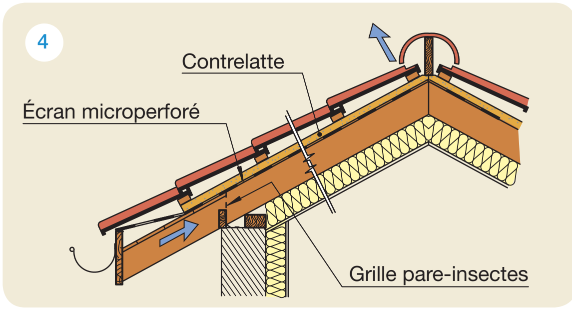
Le tableau ci-dessous donne pour chaque type de couverture les surfaces de ventilation à assurer. Elles sont exprimées en fraction de la surface horizontale du comble.



23.52 Cas des combles aménagés

- **Dispositif**

La ventilation est assurée en ménageant un espace entre l'isolation et la couverture (fig. 3). L'interposition d'un film polyéthylène microperforé permet à la fois la migration de la vapeur d'eau et son évacuation vers l'extérieur. Ce film sert aussi d'étanchéité primaire en cas de fuite dans la couverture. La figure 4 montre comment est assurée à l'égout et au faîtage la circulation de l'air.



- **Surface de ventilation**

Voir tableau ci-dessous pour déterminer la hauteur E de la ventilation à assurer.

VENTILATION DES TOITURES

DTU	Type de couverture	Comble perdu		Comble isolé		E (mm)
		Avec écran	Sans écran	Avec écran	Sans écran	
DTU 40-22	Tuiles canal	-	-	-	-	20 à 40
DTU 40-21,24	Tuiles à emboîtement terre cuite ou béton	1/3 000	1/5 000	1/3 000	1/5 000	20
DTU 40-23	Tuiles plates en terre cuite	1/2 000	1/5 000	1/2 000	1/3 000	20
DTU 40-241	Tuiles planes en béton	1/3 000	1/5 000	1/3 000	1/5 000	20
DTU 40-11,12	Ardoises naturelles ou en fibres-ciment	1/500	1/500	1/500	1/500	20
DTU 40-14	Bardeaux bitumés sur panneaux	1/500	-	1/500	-	40 à 60
DTU 40-32	Plaques ondulées métalliques	-	1/500	-	-	-
DTU 40-35,36	Plaques nervurées acier ou aluminium	1/500	1/500	1/1 000	1/1 000	40
DTU 40-41 à 45	Feuilles et bandes (cuivre, inox, zinc)	-	1/5 000	-	1/3 000	40

23.6 Étanchéité multicouches

23.61 Les produits

On utilise essentiellement deux types de produits.

23. 611 Les bitumes armés

- Trois types en fonction de la masse d'un rouleau :
type 30, type 40, type 50.
- Trois sortes d'armatures :
toile de jute (TJ), tissu de verre (TV), voile de verre (VV).

23.612 Les feutres bitumés

- Quatre types en fonction de la masse d'un rouleau :
type 18S, type 27S, type 36S, type 45S.
- Trois sortes d'armatures :
carton feutre (CF), voile de verre (VV), polyester (PY).

NOTA :
HR indique un produit de haute résistance,
Th indique une autoprotection par feuille métallique,
Gm indique une autoprotection par granulés minéraux.
EXEMPLES :
- **36 S VV-HR** : désigne un feutre bitumé 36S armé par voile de verre et de haute résistance.
- **40 TV-Th** : désigne un bitume armé de type 40, armé par tissu de verre et autoprotégé par feuille métallique.

23.613 Les enduits

- Enduit d'imprégnation à froid **(EIF)**.
- Enduit d'application à chaud **(EAC)** : pour le collage à chaud des différentes couches (1,5 kg/m^2).

23.614 Le pare-vapeur

C'est un écran de protection contre la migration de la vapeur d'eau, il se place sous l'isolation thermique et est généralement constitué de la manière suivante :
1 EIF, 1 EAC, 1 36S (CF ou VV-HR), 1 EAC (pouvant servir au collage de l'isolant).

23.62 La composition des revêtements

Elle dépend de quatre critères principaux :
- la pente ;
- le support : maçonnerie, bois, métal ;
- l'accessibilité :
- inaccessible (accessible uniquement pour entretien),
- accessible (piétons et séjour technique, véhicules, jardin) ;
- la protection : lourde ou autoprotection.

23. 621 Toitures en maçonnerie

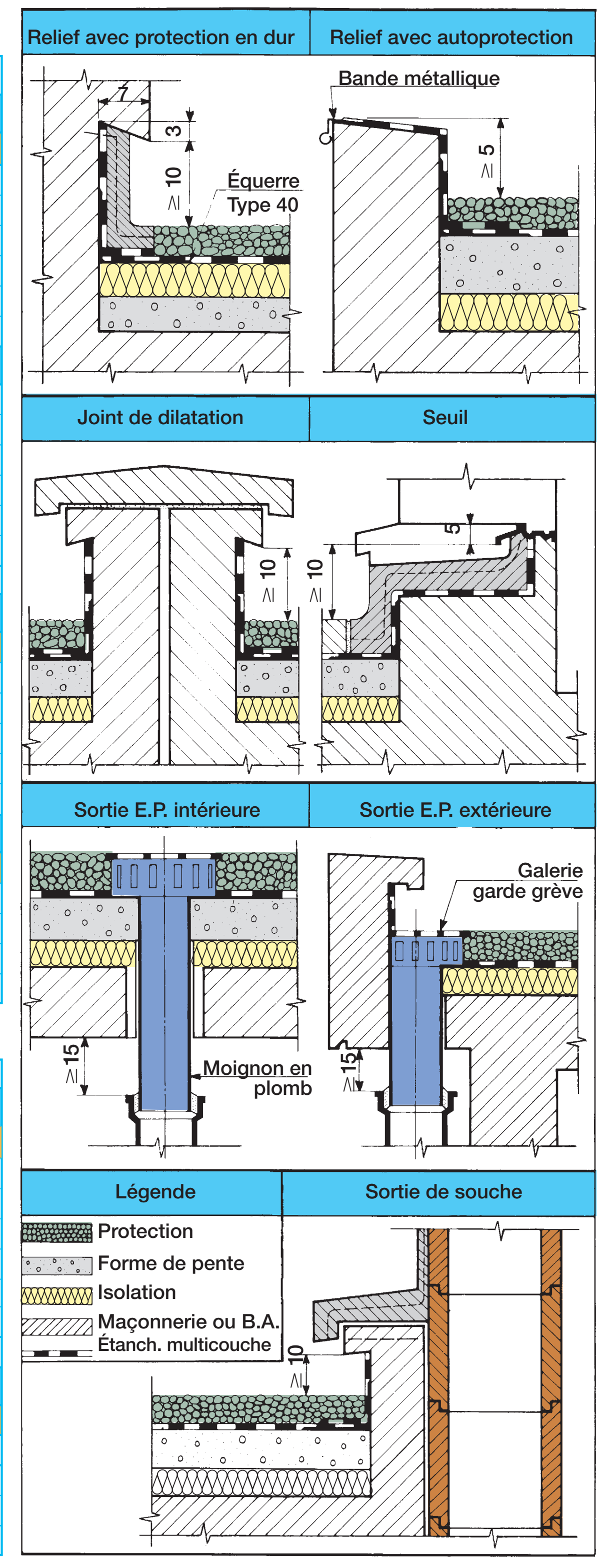
PENTES < 5 % DTU 43-1		
Système INDÉPENDANT		
	Support maçonnerie	**Support isolant**
Terrasse non accessible	Écran VV	Écran VV
	36 S VV-HR	36 S VV-HR
	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	36 S VV-HR	36 S PY-VV
	Masse : 10 kg/m^2	Masse : 10 kg/m^2
Terrasse accessible	Écran VV	Écran VV
	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	36 S PY-VV	36 S PY-VV
	Masse : 13,5 kg/m^2	Masse : 13,5 kg/m^2
Système ADHÉRENT		
	Support maçonnerie	**Support isolant**
Terrasse non accessible	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	36 S PY-VV	36 S PY-VV
	Masse : 13,4 kg/m^2	Masse 13,4 kg/m^2
PENTES > 5 % DTU 43-2		
Système SEMI-INDÉPENDANT		
	Support maçonnerie	**Support isolant**
Terrasse non accessible	EIF	
	36 S VV-HR perforé	
	EAC	
	40 TV	
	EAC	
	40 TV ou VV Gm	
Système ADHÉRENT		
	Support maçonnerie	**Support isolant**
Terrasse non accessible		EAC
		40 TV
		EAC
		40 TV-VV Gm
Terrasse accessible		EAC
		40 TV
		EAC
		40 TV-VV
		Feuille autoprotégée

23.622 Toitures en bois

PENTES ≤ 5 %		
Système INDÉPENDANT (protection lourde)		
Terrasse non accessible	Support bois	Panneaux isolants
	Entre 2 sans-fil	Écran VV
	36 S VV-HR	36 S VV-HR
	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	36 S VV-HR	36 S PY-VV
Système ADHÉRENT		
Terrasse non accessible	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	40 TV	40 TV
	EAC	EAC
	36 S PY-VV	36 S PY-VV
PENTES > 5%		
Système SEMI-INDÉPENDANT		
Terrasse non accessible	Support bois ou panneaux	
	40 TV ou TV-VV cloué	
	EAC	
	40 TV	
	EAC	
	40 TV-VV Gm ou 40 TV Th	
Système ADHÉRENT		
Terrasse non accessible	Support bois ou panneaux	
	EAC	
	40 TV	
	EAC	
	40 TV-VV Gm ou 40 TV Th	

23.623 Toitures métalliques

PENTES DE 1 À 3% DTU 43-3		
Système ADHÉRENT		
Terrasse non accessible	Support panneaux isolants	
	EAC	
	36 S CF ou VV-HR	
	EAC	
	36 S CF ou VV-HR	
	EAC	
	36 S CF ou VV-HR ou PY-VV	
PENTES DE 3 À 7%		
Système ADHÉRENT		
Terrasse non accessible	Support panneaux isolants	
	EAC	EAC
	40 TV	36 S VV-HR
	EAC	EAC
	40 VV Gm	40 TV Th

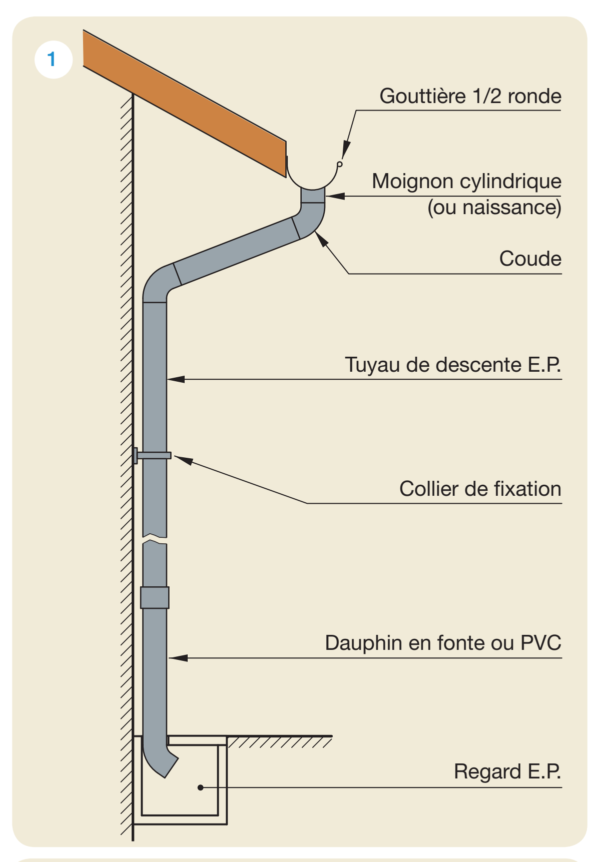


23.7 Évacuation des eaux pluviales (E.P.)

L'évacuation des E.P. est assurée au moyen de deux dispositifs (voir fig. 1) :

- Les gouttières et les chéneaux qui collectent les eaux en bas de pente.
- Les tuyaux de descentes qui évacuent les EP vers le réseau d'assainissement.

Ces éléments existent en acier, zinc, cuivre, inox et PVC.

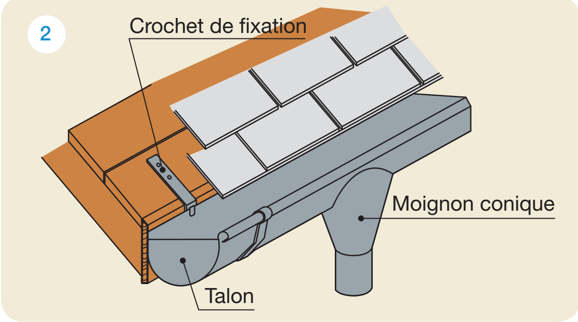


23.71 Gouttières et chéneaux

Les modèles les plus utilisés sont les suivants :

- **Gouttières demi rondes** (fig. 2), elles sont posées avec une pente de 1 à 5 mm/m. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Épaisseur (mm)	Développement (mm)	Surface (cm^2)
16	0,65	160	20
25	0,65 et 0,80	250	57
33	0,65 et 0,80	330	113
40	0,80	400	174



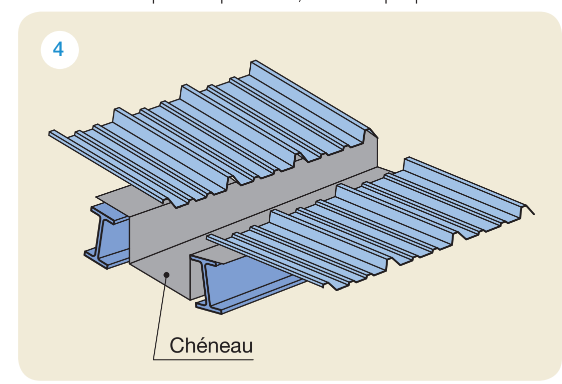
- **Gouttières nantaises** (fig. 3), il n'en existe pas en PVC, le tableau ci-dessous en précise les caractéristiques.

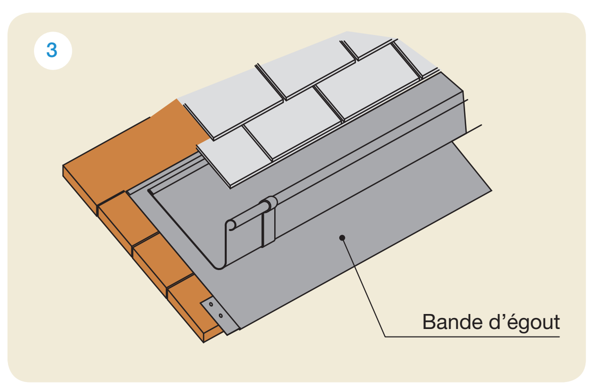
Désignation	Épaisseur (mm)	Développement (mm)	Surface (cm^2)
33	0,65 et 0,80	330	~ 45
40	0,80	400	~ 70

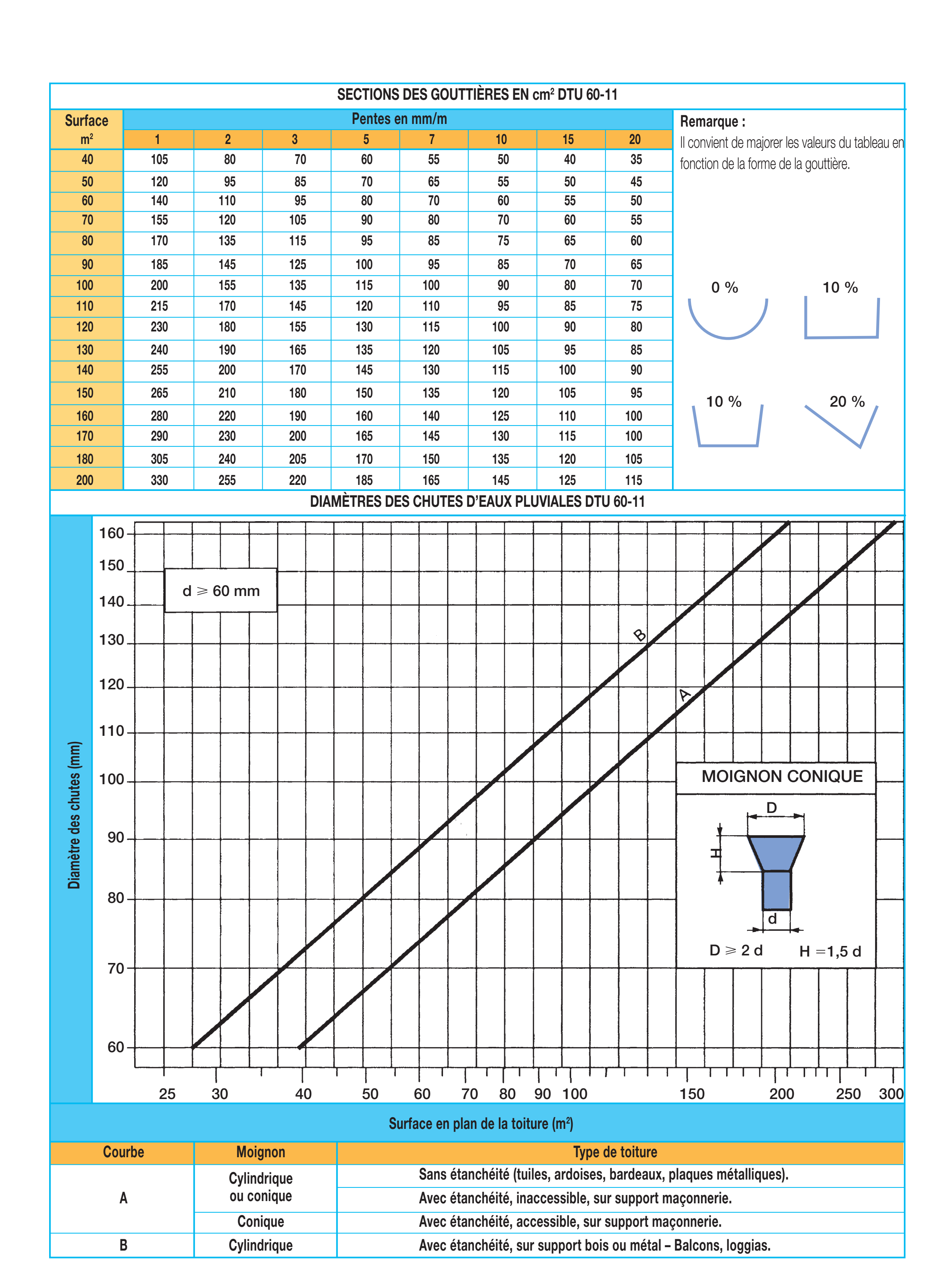
- **Chéneaux :** voir figure 4.

23.72 Tuyaux de descente

- On cherchera à en limiter le nombre pour des raisons de coût et d'esthétique.
- Les ∅ usuels sont : **60, 80, 100, 120, 140, 160, 200** mm.
- La section pratique est de 1 cm^2 par m^2 de toiture collectée. Pour plus de précision, voir abaque p. 127.







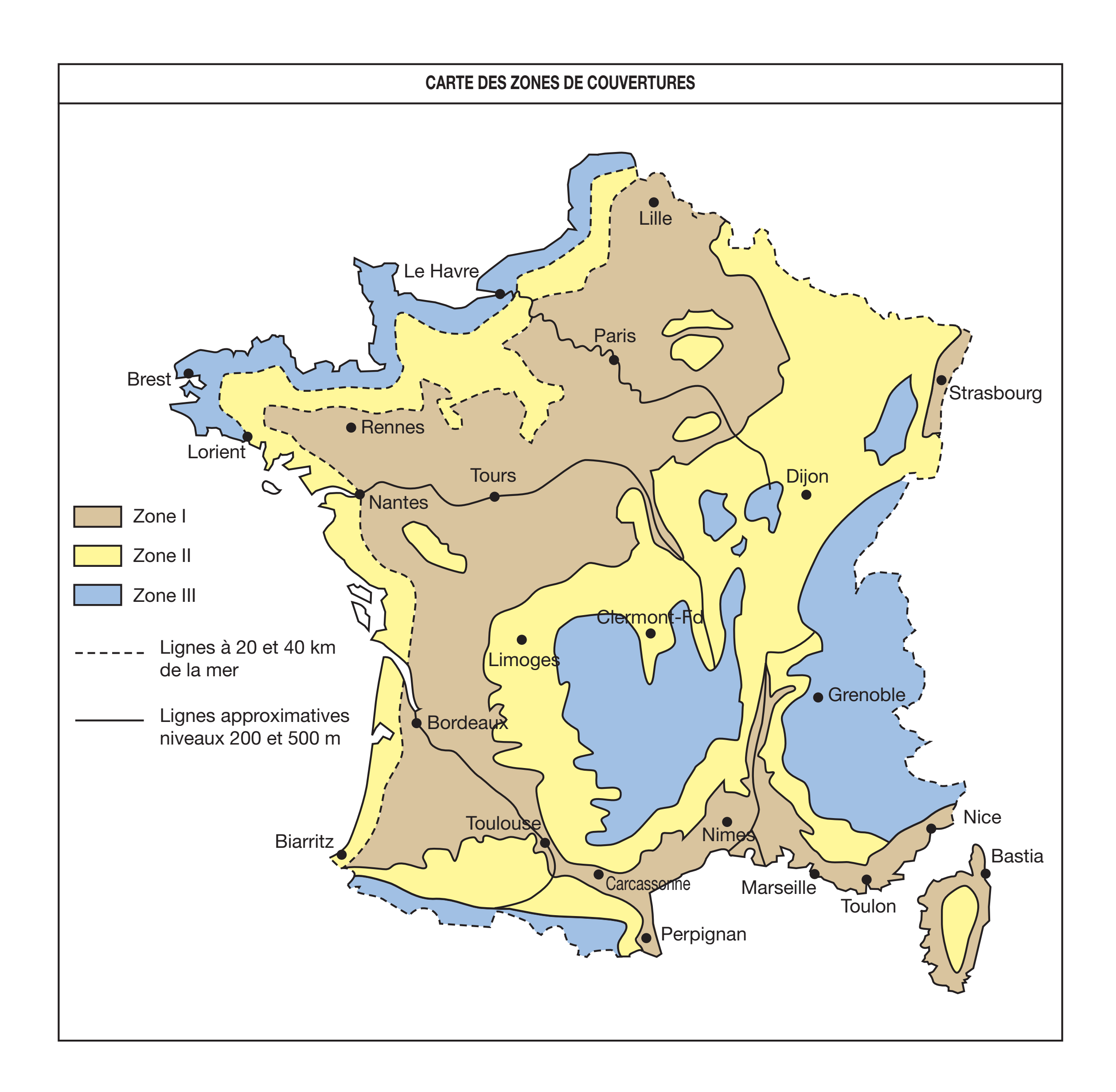
SECTIONS DES GOUTTIÈRES EN cm² DTU 60-11

Surface m²	Pentes en mm/m 1	2	3	5	7	10	15	20
40	105	80	70	60	55	50	40	35
50	120	95	85	70	65	55	50	45
60	140	110	95	80	70	60	55	50
70	155	120	105	90	80	70	60	55
80	170	135	115	95	85	75	65	60
90	185	145	125	100	95	85	70	65
100	200	155	135	115	100	90	80	70
110	215	170	145	120	110	95	85	75
120	230	180	155	130	115	100	90	80
130	240	190	165	135	120	105	95	85
140	255	200	170	145	130	115	100	90
150	265	210	180	150	135	120	105	95
160	280	220	190	160	140	125	110	100
170	290	230	200	165	145	130	115	100
180	305	240	205	170	150	135	120	105
200	330	255	220	185	165	145	125	115

Remarque :
Il convient de majorer les valeurs du tableau en fonction de la forme de la gouttière.

DIAMÈTRES DES CHUTES D'EAUX PLUVIALES DTU 60-11

Courbe	Moignon	Type de toiture
A	Cylindrique ou conique	Sans étanchéité (tuiles, ardoises, bardeaux, plaques métalliques).
		Avec étanchéité, inaccessible, sur support maçonnerie.
	Conique	Avec étanchéité, accessible, sur support maçonnerie.
B	Cylindrique	Avec étanchéité, sur support bois ou métal – Balcons, loggias.



23.8 Zones et sites (DTU 40)

Zone 1 : tout l'intérieur du pays situé à une altitude ⩽ 200 m et la vallée du Rhône.

Zone 2 : côte Atlantique sur 20 km de profondeur, de Lorient à la frontière espagnole. Bande située entre 20 et 40 km de la côte de Lorient à la frontière belge. Altitudes comprises entre 200 et 500 m.

Zone 3 : côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la Mer du Nord sur une profondeur de 20 km de Lorient à la frontière belge. Altitudes supérieures à 500 m.

Site protégé : fond de cuvette entouré de collines sur tout son pourtour et protégé ainsi de toutes les directions du vent. Terrain bordé de collines sur une partie de son pourtour correspondant à la direction des vents les plus violents.

Site normal : plaine ou plateau pouvant présenter des dénivellations peu importantes, étendues ou non.

Site exposé : au voisinage de la mer : littoral sur une profondeur d'environ 5 km, le sommet des falaises, les îles ou presqu'îles. À l'intérieur du pays : les vallées étroites où le vent s'engouffre, les montagnes isolées et élevées (mont Aigoual, mont Ventoux).

24 Construction métallique

● Sont construits en charpente métallique des bâtiments industriels et commerciaux (usines, hangars...), des ouvrages d'art (passerelles, ponts...), des ouvrages de génie civil (pylônes, plates-formes de forage, remontées mécaniques...) et à un degré moindre, des bâtiments d'habitation.

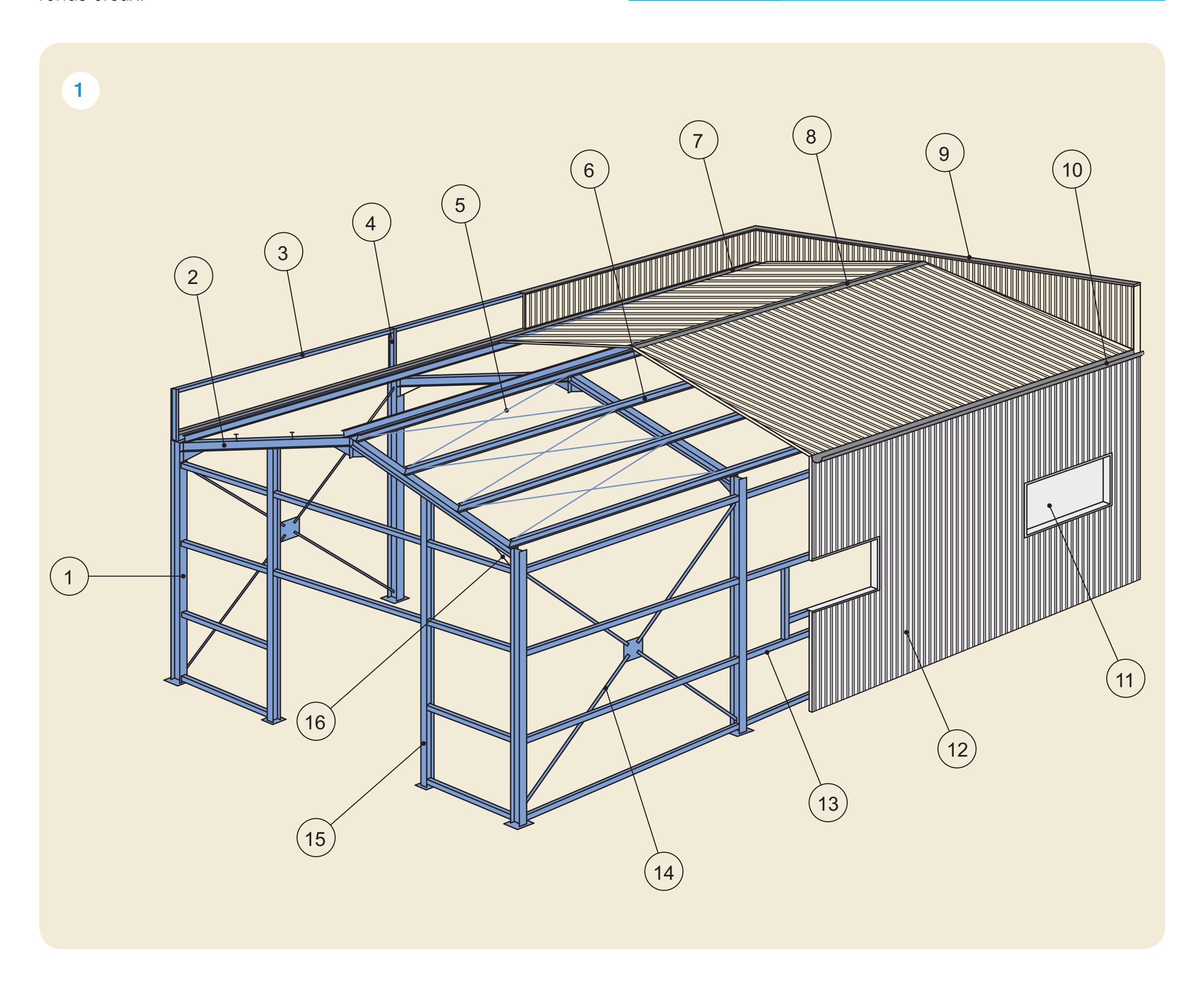
● La construction métallique utilise essentiellement des poutrelles et laminés marchands (voir pages 138 à 142).

● Les structures métalliques sont de trois types :
– Les structures en portiques (voir fig. 1 et page 135).
– Les structures en treillis (voir page 136).
– Les structures tridimensionnelles réalisées à partir de tubes ronds creux.

24.1 Terminologie

La figure 1 donne les principaux termes utilisés pour les charpente et les bardages métalliques.

1	Poteau (HEA ou IPE)
2	Traverse (HEA ou IPE)
3	Lisse filante
4	Baïonnette
5	Diagonale de versant
6	Panne (IPN ou IPE)
7	Chêneau en tôle pliée
8	Faîtière métallique
9	Couvertine métallique
10	Gouttière 1/2 ronde
11	Châssis vitré
12	Bardage métallique à ondes verticales
13	Lisse de bardage
14	Croix de Saint-André
15	Potelet de pignon (HEA ou IPE)
16	Jarret



24.2 Les assemblages

24.21 Assemblages soudés (p. 134)

Ils sont réalisés en atelier et destinés aux liaisons permanentes. Sont systématiquement soudés :

- Les organes de liaisons (goussets, platines).
- Les profils reconstitués, les aboutages de profilés.

Deux procédés de soudages sont utilisés :

- **La soudure autogène** (chalumeau oxyacétylénique et baguette d'apport de même métal).
- **La soudure à l'arc électrique** avec électrodes enrobées ou protégées par flux de gaz (TIG, MIG).



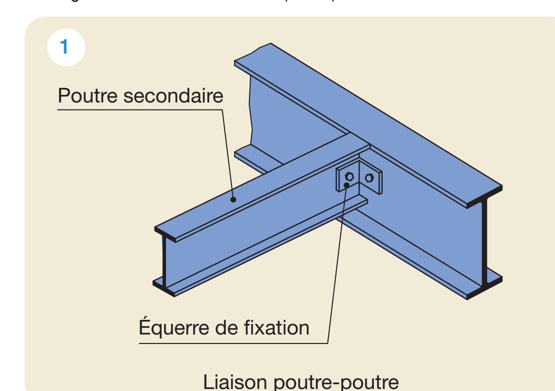
24.22 Assemblages boulonnés

Cette technique autorise une grande rapidité de montage sur le chantier et ceci à un coût très économique.

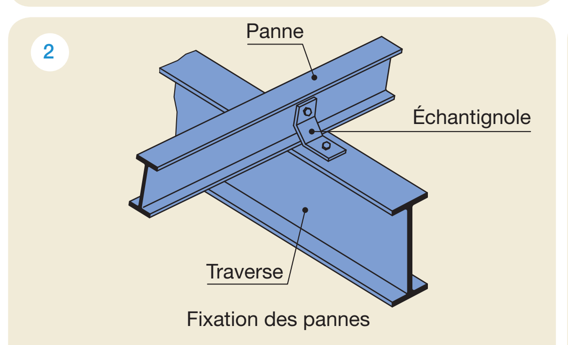
Deux types de boulons sont couramment utilisés :

- **Les boulons ordinaires** (voir page 134) travaillant en traction et au cisaillement par butée.
- **Les boulons HR** (voir page 143) pour lesquels l'effort de serrage empêche le glissement entre les pièces assemblées. On les appelle aussi boulons précontraints.

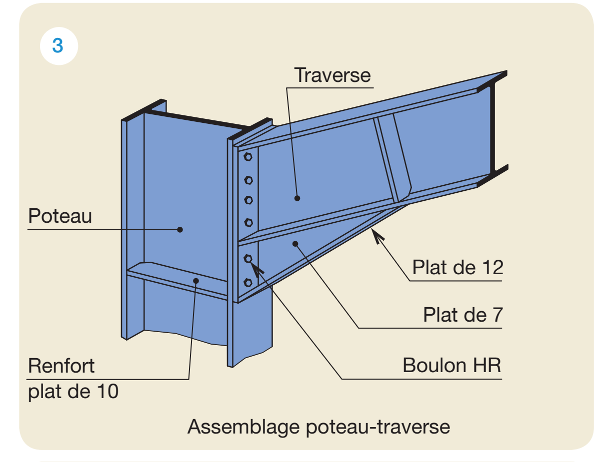
Les figures 1 à 6 montrent les principales liaisons.



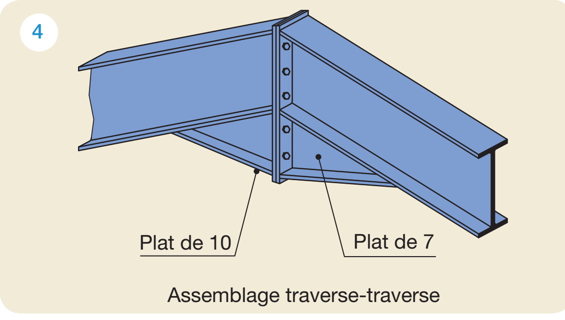
Liaison poutre-poutre



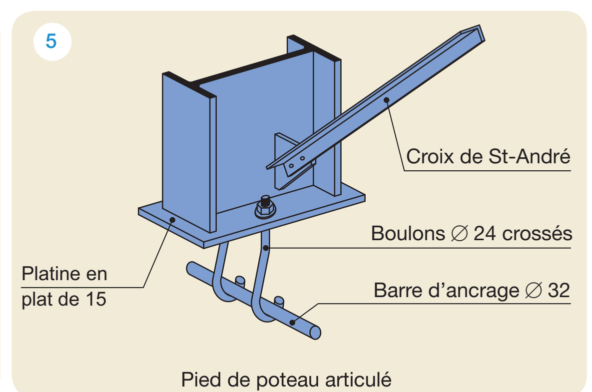
Fixation des pannes



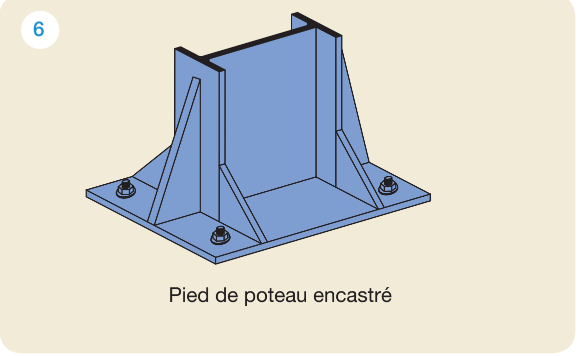
Assemblage poteau-traverse



Assemblage traverse-traverse



Pied de poteau articulé



Pied de poteau encastré

24.3 Les bardages métalliques

Les bardages sont des parois qui assurent à la fois :

- la résistance mécanique,
- l'étanchéité à l'air et à l'eau,
- l'isolation thermique et acoustique,
- l'esthétique.

Ils sont réalisés à partir d'éléments nervurés réalisés en acier ou en aluminium. Il existe une grande variété de formes et de coloris (galvanisés ou prélaqués).

Les plaques peuvent être posées horizontalement ou verticalement.

24.31 Bardage simple peau

- C'est une solution économique, qui n'assure pas les fonctions d'isolation.
- Les plaques sont fixées sur des lisses horizontales ou des montants (profilés en U, Z ou I), selon que la pose est verticale ou horizontale.
- Choix des plaques voir tableau page 132.

24.32 Bardage double peau (fig. 1)

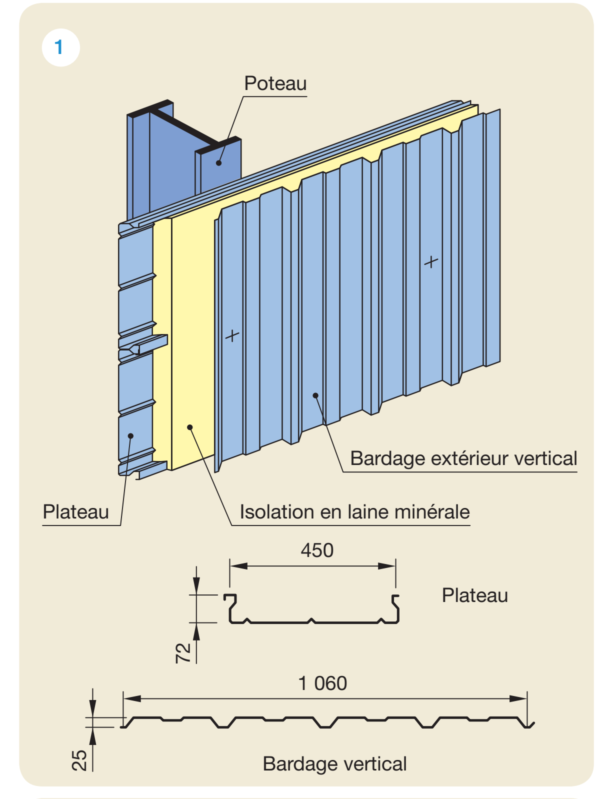
Un bardage double peau est constitué par :

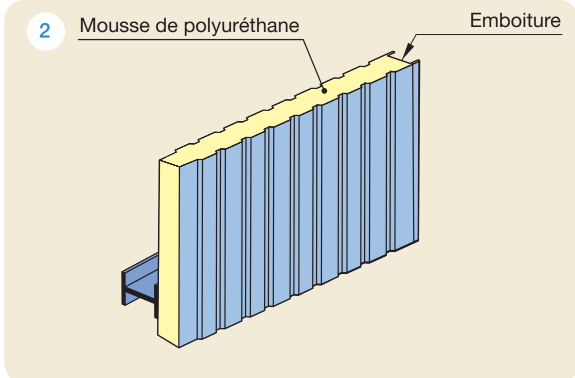
- Un plateau intérieur horizontal fixé sur les poteaux des portiques.
- Une isolation en laine minérale d'épaisseur 60 à 100 mm.
- Un parement extérieur à nervures verticales.

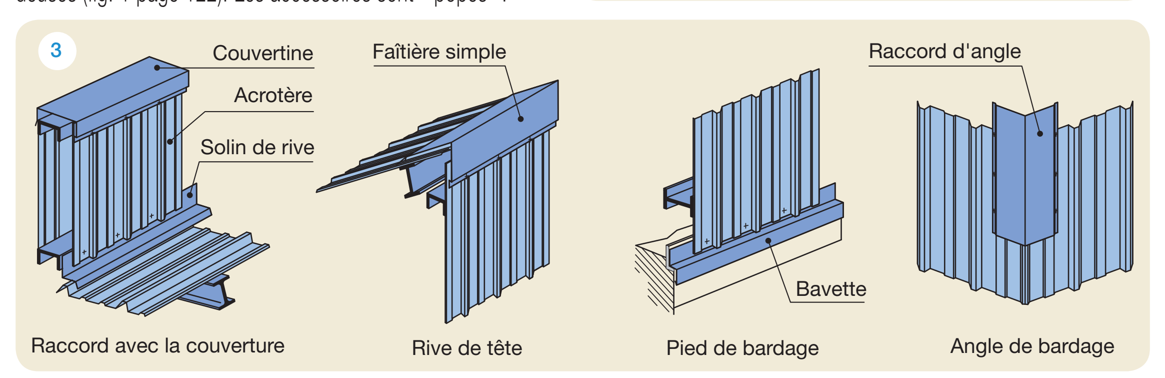
24.33 Bardage par panneaux sandwichs (fig. 2)

Ce sont des panneaux monoblocs composés de deux parements en tôle nervurée enserrant un isolant en mousse de polyuréthane d'épaisseur 30 à 100 mm.

NOTA : la figure 3 montre les pièces de raccords. Les plaques sont fixées sur l'ossature à l'aide de vis autotaraudeuses (fig. 1 page 122). Les accessoires sont « popés ».







RÉSISTANCE DU BARDAGE VERTICAL 1-060 X 25 (kN/m²)									
Portée (m)		Travée simple				Travée double			
		0,63	0,75	0,88	1,00	0,63	0,75	0,88	1,00
2,00	Pression	0,95	1,06	1,25	1,42	1,22	–	–	–
	Dépression	0,95	1,09	1,28	1,45	1,06	–	–	–
2,25	Pression	0,66	0,76	0,89	1,01	0,97	1,67	–	–
	Dépression	0,70	0,81	0,95	1,08	0,81	1,06	–	–
2,50	Pression	0,48	0,57	0,67	0,76	0,78	1,21	1,42	1,62
	Dépression	0,53	0,63	0,73	0,84	0,69	0,91	1,06	1,21
2,75	Pression	–	0,43	0,50	0,57	0,64	0,88	1,03	1,17
	Dépression	–	0,47	0,55	0,63	0,59	0,74	0,87	0,99
3,00	Pression	–	–	–	0,44	0,54	0,66	0,77	0,87
	Dépression	–	–	–	0,54	0,51	0,62	0,73	0,83
3,25	Pression	–	–	–	–	0,46	0,49	0,57	0,65
	Dépression	–	–	–	–	–	0,52	0,62	0,70

RÉSISTANCE DU PLATEAU 450 X 72 (kN/m²)									
Portée (m)		Travée simple				Travée double			
		0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
4,00	Pression	0,91	1,07	1,21	1,52	1,61	1,87	2,14	2,67
	Dépression	0,71	0,83	0,95	1,18	1,16	1,36	1,55	1,93
4,25	Pression	0,81	0,95	1,07	1,34	1,42	1,66	1,89	2,35
	Dépression	0,61	0,72	0,82	1,02	1,03	1,21	1,37	1,71
4,50	Pression	0,72	0,84	0,96	1,20	1,25	1,47	1,67	2,08
	Dépression	0,53	0,63	0,71	0,89	0,92	1,07	1,22	1,52
5,00	Pression	0,55	0,65	0,74	0,92	1,00	1,17	1,33	1,65
	Dépression	0,41	0,49	0,55	0,69	0,73	0,86	0,98	1,22
5,50	Pression	–	0,51	0,57	0,72	0,80	0,94	1,06	1,33
	Dépression	–	0,39	0,44	0,55	0,60	0,70	0,80	0,99
6,00	Pression	–	–	–	0,57	0,65	0,76	0,87	1,08
	Dépression	–	–	–	0,45	0,49	0,58	0,66	0,83

RÉSISTANCE DES PANNEAUX SANDWICH (kN/m²)											
Portée (m)		Travée simple					Travée double				
		Épaisseur d'isolant (mm)					Épaisseur d'isolant (mm)				
		40	50	60	80	100	40	50	60	80	100
2,50	Pression	1,08	1,13	1,17	–	–	1,20	–	–	–	–
	Dépression	0,90	1,11	1,32	–	–	–	1,06	1,18	–	–
3,00	Pression	0,77	0,83	0,89	–	–	0,89	1,03	1,16	–	–
	Dépression	0,69	0,80	0,92	–	–	0,83	0,84	0,92	–	–
3,50	Pression	0,60	0,67	0,74	1,10	–	0,68	0,79	0,90	–	–
	Dépression	0,56	0,64	0,72	1,04	–	0,64	0,67	0,72	–	–
4,00	Pression	0,40	0,50	0,60	0,87	1,15	0,53	0,63	0,74	1,14	–
	Dépression	0,38	0,46	0,55	0,81	1,08	0,50	0,56	0,62	1,11	–
4,50	Pression	–	–	0,45	0,71	0,98	0,43	0,55	0,63	0,92	1,22
	Dépression	–	–	0,41	0,65	0,90	0,40	0,47	0,54	0,87	1,20
5,00	Pression	–	–	–	0,61	0,90	–	0,41	0,55	0,78	1,02
	Dépression	–	–	–	0,53	0,76	–	–	0,46	0,74	1,02

D'après documentation ARVAL.

24.4 Les dessins

24.41 Dessins d'ensemble

- Ils définissent les vues en plan des planchers et des toitures, l'élévation des files de portiques et les longs pans.
- Seules les cotes principales d'ensemble telles que les portées des portiques, l'espacement des files de poteaux, les hauteurs et les pentes des toitures, les niveaux principaux ainsi que les désignations des profilés sont indiqués.
- Les échelles utilisées sont : 1/50, 1/100.

24.42 Dessins de détail

- Ils définissent à l'aide de vues et de coupes partielles les assemblages et les organes de liaison.
- La cotation définit toutes les parties constitutives.
- Les échelles utilisées sont : 1/20, 1/10, 1/2.

NOTA :

Les dessins pages 134, 135 et 136 montrent des dessins d'ensembles et de détails.

24.43 Représentation des profilés

- S'ils ont une épaisseur suffisante (3 mm et plus), ils seront dessinés avec tous leurs détails et hachurés (fig. 1).
- S'ils sont de petites dimensions, ils seront représentés schématiquement et pochés. On prendra soin de ménager un léger filet blanc entre les pièces accolées (fig. 2 et 3).

24.44 Cotation des profilés

On utilise une méthode simplifiée qui consiste à sortir les dimensions sur un renvoi fléché, ou à les inscrire le long du profilé (fig. 4). On indique dans l'ordre :

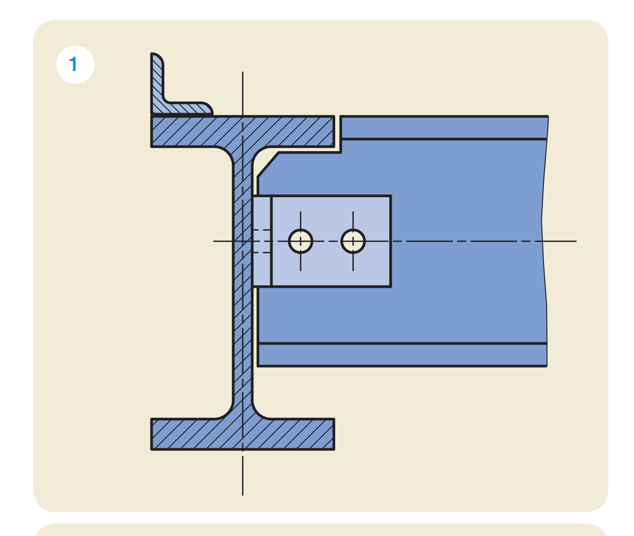
- Le symbole ou la dénomination de la pièce.
- Les dimensions (largeur, hauteur, épaisseur).

SYMBOLE DES PROFILÉS			
∅	Rond	⊔	En U
□	Carré	⊤	En T
▭	Plat	⊢⊣	En H
L	Cornière	I	En I
Z	En Z	Tôle	Tôle

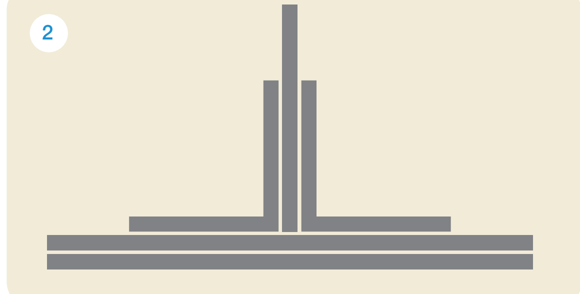
24.45 Les organes de liaison

Les boulons et les soudures sont représentés de façon symbolique voir page 134.

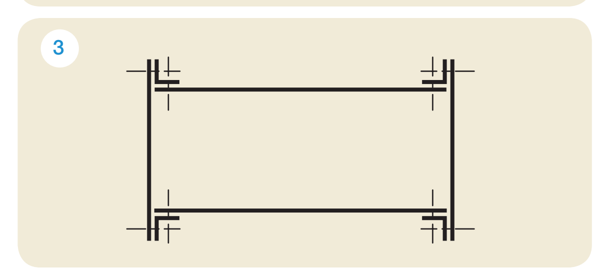
1



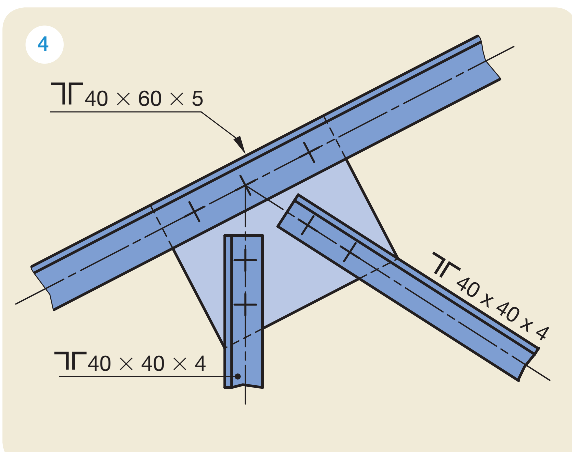
2



3



4

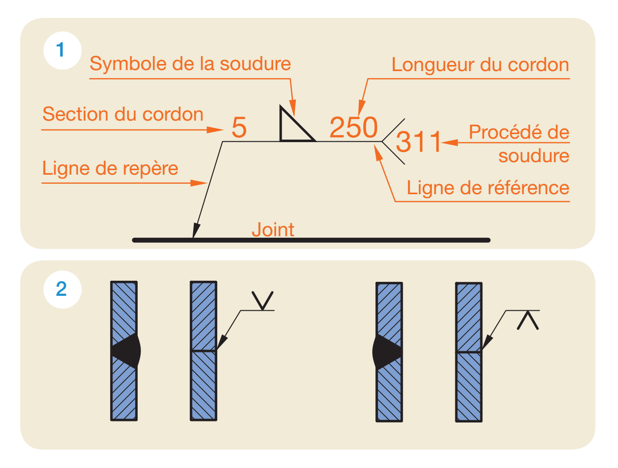


24.46 Représentation des soudures

(NF EN 22553-ISO 2553)

En fonction de l'échelle du dessin, les soudures peuvent être représentées de façon simplifiée, ou de façon symbolique.

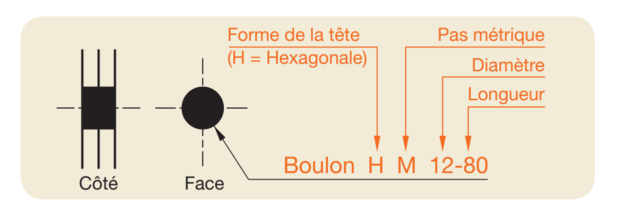
- La figure 1 montre les indications à inscrire sur les dessins pour définir une soudure.
- Si la soudure est faite du côté où est placé le repère, le symbole est placé au-dessus de la ligne ; il est placé au-dessous dans le cas contraire (fig. 2).
- Le tableau ci-dessous indique les représentations des principaux types de soudures utilisés en construction métallique.



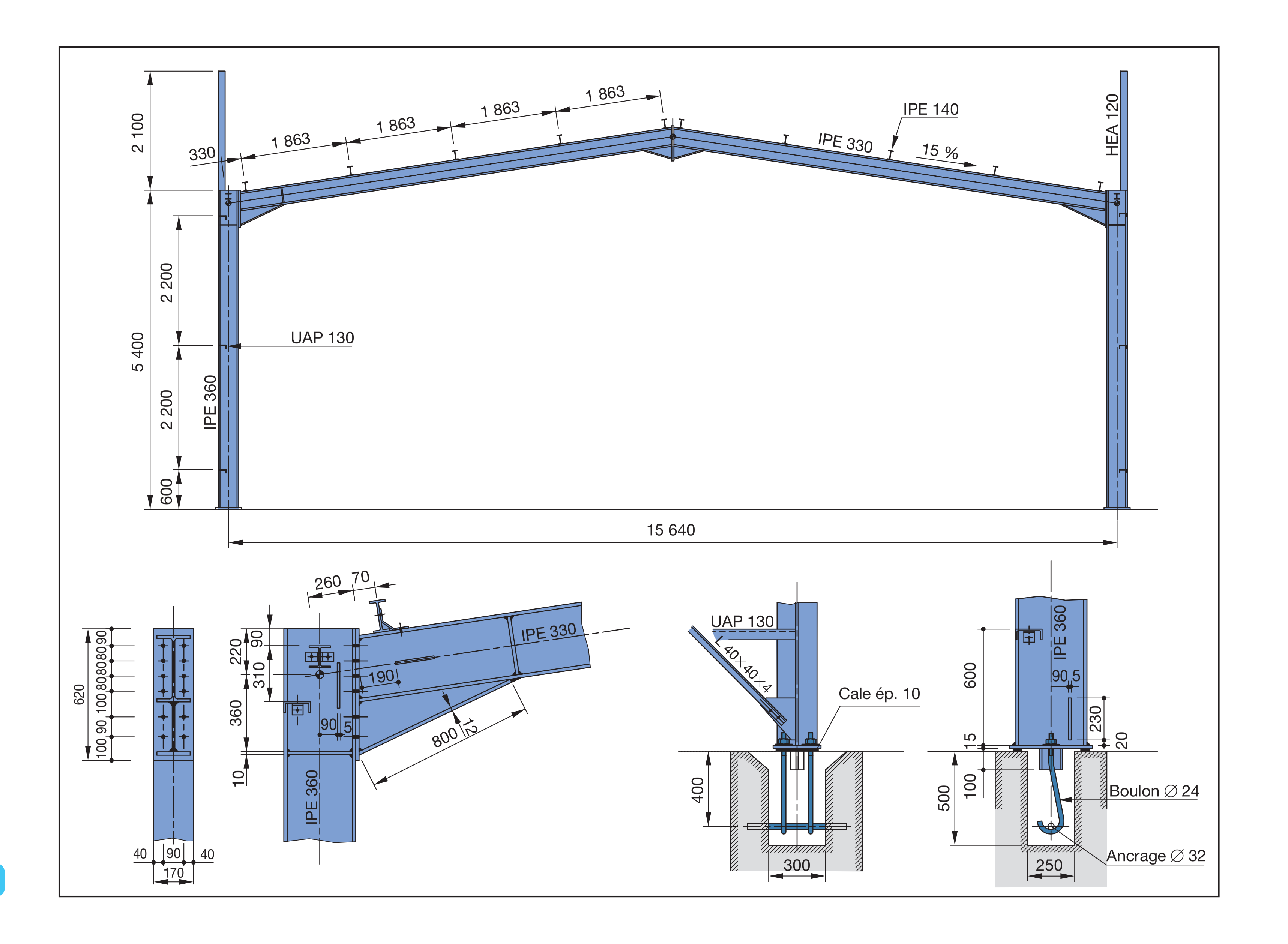
	Représentation simplifiée	Symbolisation		Représentation simplifiée	Symbolisation
À bords droits			Soudure d'angle		
En vé			Soudure d'angle		
En 1/2 vé			Soudure en Y		

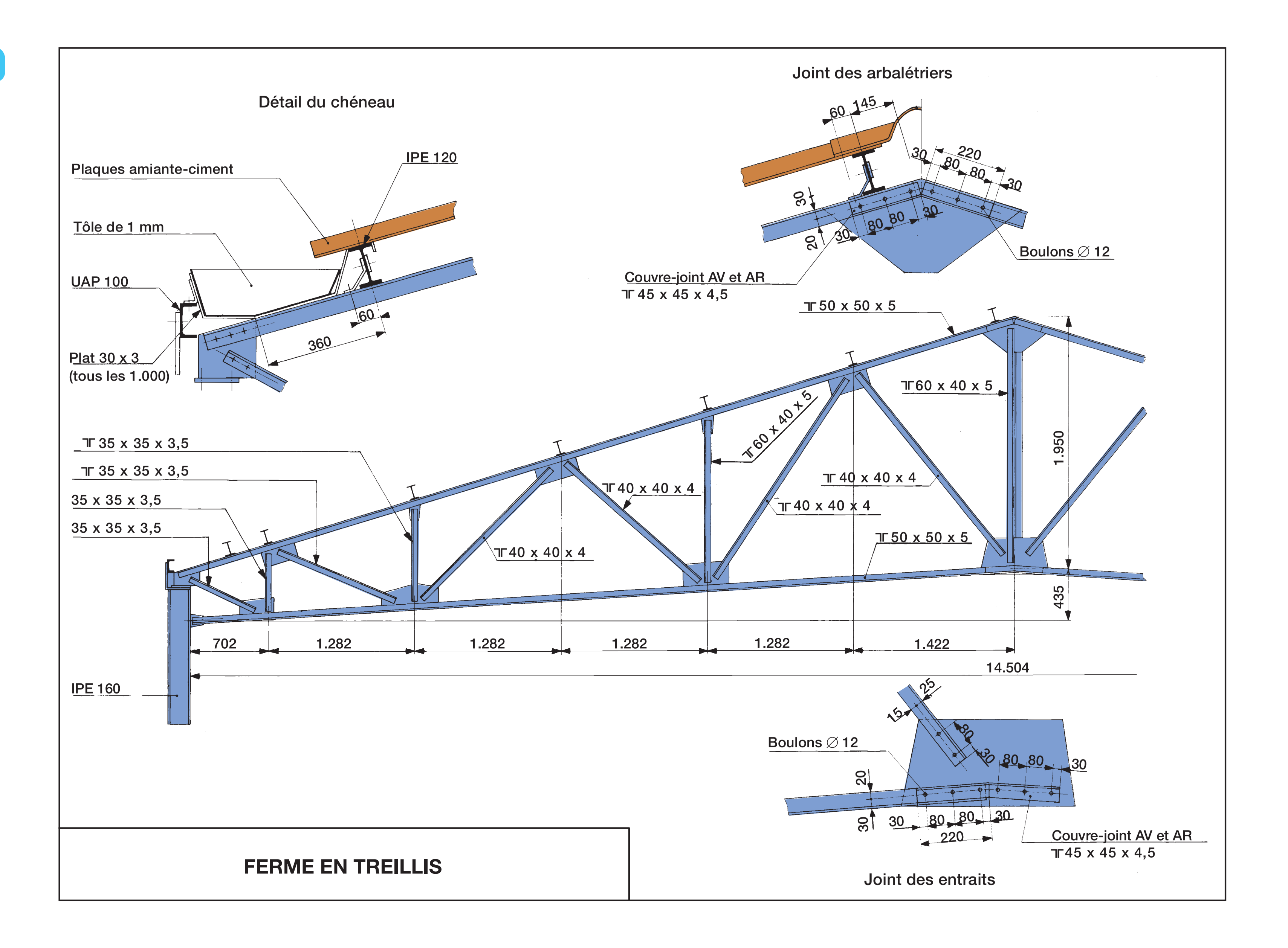
24.47 Représentation des boulons

- La figure ci-contre montre la représentation symbolique et la désignation simplifiée des boulons.
- Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques des boulons ordinaires (boulons HR, voir p. 142).

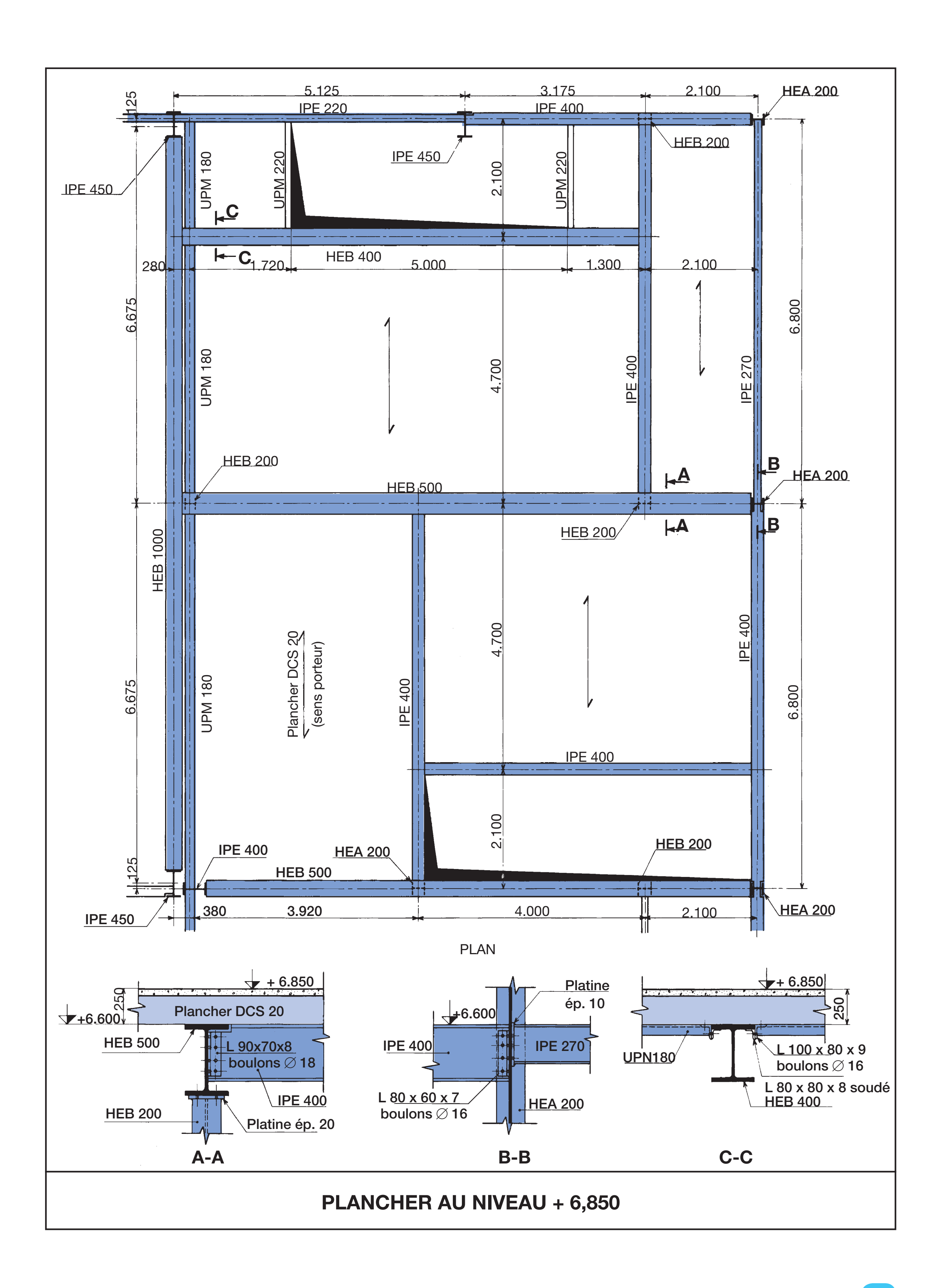


K, L, ∅, S	∅ (mm)	Longueurs L (mm)	K (mm)	S (mm)	Section (mm²)	Épaisseur max. des tôles et profilés à assembler
	8	40-45-50-55-60-65-70-80	5,3	13	36,6	2
	10	45-50-55-60-65-70-80-90-100	6,4	16	58	3
	12	55-60-65-70-80-90-100-110-120	7,5	18	84,3	4
	14	60-65-70-80-90-100-110-120-130-140	8,8	21	115	5
	16	65-70-80-90-100-110-120-130-140-150-160	10	24	157	6
	18	80-90-100-110-120-130-140-150-160-180	11,5	27	192	7
	20	80-90-100-110-120-130-140-150-160-180-200	12,5	30	245	8
	24	100-110-120-130-140-150-160-180-200-220-240	15	36	353	> 14
	30	120-130-140-150-160-180-200-220-240-260-280	18,7	46	561	> 14


2 100
330
1 863
1 863
1 863
1 863
IPE 140
IPE 330
15 %
HEA 120
5 400
2 200
UAP 130
2 200
IPE 360
600
15 640
260
70
220
90
310
190
360
90
5
10
IPE 330
800
12
IPE 360
620
100 90 100 80 80 80 90
40
90
40
170
UAP 130
L 40×40×4
Cale ép. 10
400
300
IPE 360
600
90,5
230
15
20
500
100
Boulon Ø 24
Ancrage Ø 32
250



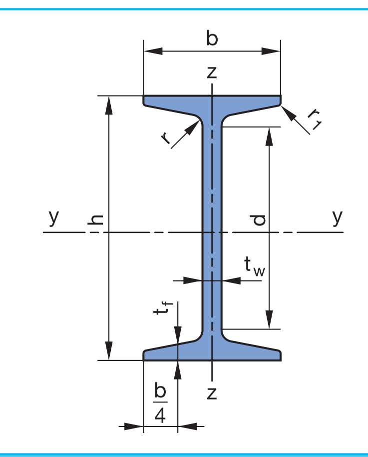
FERME EN TREILLIS



PLANCHER AU NIVEAU + 6,850

Poutrelles IPN

IPN 80 à 500



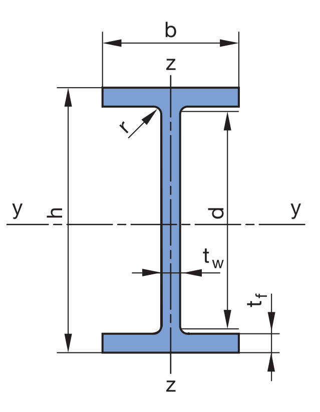
NF A 45-209

Les notations entre parenthèses correspondent aux anciennes désignations.

	Dimensions						Masse par mètre	Aire de la section	Surface de peinture		Caractéristiques de calcul									
	h (h) mm	b (b) mm	t_w (a) mm	t_f (e) mm	r (r) mm	d (h_1) mm	P kg/m	A cm^2	m^2/m	m^2/t	I_y (I_x) cm^4	$W_{el.y}$ (I_x/v_x) cm^3	i_y (i_x) cm	$W_{pl.y}$ cm^3	A_{vz} cm^2	I_z (I_y) cm^4	$W_{el.z}$ (I_y/v_y) cm^3	i_z (i_y) cm	$W_{pl.z}$ cm^3	A_{vy} cm^2
IPN 80	80	42	3,9	5,9	3,9	59,0	5,94	7,6	0,304	51,09	78	19,5	3,20	22,8	3,41	6,29	3,00	0,91	5,0	-
IPN 100	100	50	4,5	6,8	4,5	75,7	8,3	10,6	0,370	44,47	171	34,2	4,01	39,8	4,85	12,20	4,88	1,07	8,1	-
IPN 120	120	58	5,1	7,7	5,1	92,4	11,1	14,2	0,439	39,20	328	54,7	4,81	63,6	6,63	21,50	7,41	1,23	12,4	-
IPN 140	140	66	5,7	8,6	5,7	109,1	14,3	18,2	0,502	34,86	573	81,9	5,61	95,4	8,65	35,20	10,70	1,40	17,9	-
IPN 160	160	74	6,3	9,5	6,3	125,7	17,9	22,8	0,575	32,12	935	117,0	6,40	136,0	10,83	54,70	14,80	1,55	24,9	-
IPN 180	180	82	6,9	10,4	6,9	142,4	21,9	27,9	0,640	29,22	1 450	161,0	7,20	187,0	13,35	81,30	19,80	1,71	33,2	-
IPN 200	200	90	7,5	11,3	7,5	159,1	26,2	33,4	0,709	27,06	2 140	214,0	8,00	250,0	16,03	117,00	26,00	1,87	43,5	-
IPN 220	220	98	8,1	12,2	8,1	175,8	31,0	39,5	0,775	24,92	3 060	278,0	8,80	324,0	19,06	162,00	33,10	2,02	55,7	-
IPN 240	240	106	8,7	13,1	8,7	192,5	36,2	46,1	0,844	23,31	4 250	354,0	9,59	412,0	22,33	221,00	41,70	2,20	70,0	-
IPN 260	260	113	9,4	14,1	9,4	208,9	41,9	53,3	0,906	21,62	5 740	442,0	10,40	514,0	26,08	288,00	51,00	2,32	85,9	-
IPN 280	280	119	10,1	15,2	10,1	225,1	47,9	61,0	0,966	20,17	7 590	542,0	11,10	632,0	30,18	364,00	61,20	2,45	103,0	-
IPN 300	300	125	10,8	16,2	10,8	241,6	54,2	69,0	1,030	19,00	9 800	653,0	11,90	762,0	34,58	451,00	72,20	2,56	121,0	-
IPN 320	320	131	11,5	17,3	11,5	257,8	61,0	77,7	1,090	17,87	12 510	782,0	12,70	914,0	39,26	555,00	84,70	2,67	143,0	-
IPN 340	340	137	12,2	18,3	12,2	274,3	68,0	86,7	1,150	16,91	15 700	923,0	13,50	1 080,0	44,27	674,00	98,40	2,80	166,0	-
IPN 360	360	143	13,0	19,5	13,0	290,2	76,1	97,0	1,210	15,90	19 610	1 090,0	14,20	1 276,0	49,95	818,00	114,00	2,90	194,0	-
IPN 380	380	149	13,7	20,5	13,7	306,7	84,0	107,0	1,270	15,12	24 010	1 260,0	15,00	1 482,0	55,55	975,00	131,00	3,02	221,0	-
IPN 400	400	155	14,4	21,6	14,4	322,9	94,4	117,7	1,330	14,39	29 210	1 460,0	15,70	1 714,0	61,69	1 160,00	149,00	3,13	253,0	-
IPN 450	450	170	16,2	24,3	16,2	363,6	115,3	146,9	1,480	12,87	45 850	2 040,0	17,70	2 400,0	77,79	1 730,00	203,00	3,43	345,0	-
IPN 500	500	185	18,0	27,0	18,0	404,3	140,8	179,4	1,630	11,56	68 740	2 750,0	19,60	3 240,0	95,60	2 480,00	268,00	3,72	456,0	-

Poutrelles IPE

IPN 80 à 600



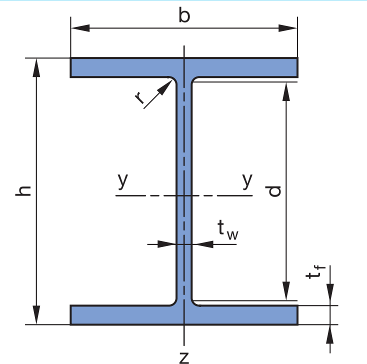
NF A 45-205

Les notations entre parenthèses correspondent aux anciennes désignations.

	Dimensions						Masse par mètre P	Aire de la section A	Surface de peinture		Caractéristiques de calcul									
	h (h) mm	b (b) mm	t_w (a) mm	t_f (e) mm	r (r) mm	d (h_1) mm	kg/m	cm²	m²/m	m²/t	I_y (I_x) cm⁴	$W_{el.y}$ (I_x/v_x) cm³	i_y (i_x) cm	$W_{pl.y}$ cm³	A_{vz} cm²	I_z (I_y) cm⁴	$W_{el.z}$ (I_y/v_y) cm³	i_z (i_y) cm	$W_{pl.z}$ cm³	A_{vy} cm²
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	59,6	6,0	7,6	0,328	54,64	80,1	20,0	3,24	23,2	3,6	8,48	3,69	1,05	5,8	5,1
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	74,6	8,1	10,3	0,400	49,33	171,0	34,2	4,07	39,4	5,1	15,91	5,78	1,24	9,1	6,7
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93,4	10,4	13,2	0,475	45,82	317,8	53,0	4,90	60,7	6,3	27,65	8,64	1,45	13,6	8,6
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112,2	12,9	16,4	0,551	42,70	541,2	77,3	5,74	88,3	7,6	44,90	12,30	1,65	19,2	10,6
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127,2	15,8	20,1	0,623	39,47	869,3	108,7	6,58	99,1	9,7	68,80	16,65	1,84	26,1	12,8
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146,0	18,8	23,9	0,698	37,13	1 317,0	146,3	7,42	166,4	11,3	100,81	22,16	2,05	34,6	15,3
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159,0	22,4	28,5	0,768	34,36	1 943,2	194,3	8,26	220,6	14,0	142,31	28,46	2,24	44,6	18,0
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	177,6	26,2	33,4	0,848	32,36	2 771,8	252,0	9,11	285,4	15,9	204,81	37,24	2,48	58,1	21,3
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190,4	30,7	39,1	0,922	30,02	3 891,6	324,3	9,97	366,6	19,1	283,58	47,26	2,69	73,9	24,8
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	219,6	36,1	45,9	1,041	28,86	5 789,8	428,9	11,23	484,0	22,1	419,77	62,19	3,02	97,0	29,0
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	248,6	42,2	53,8	1,160	27,46	8 356,1	557,1	12,46	628,4	25,7	603,62	80,48	3,35	125,2	33,7
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271,0	49,1	62,6	1,254	25,52	11 767	713,1	13,71	804,3	30,8	788,00	98,50	3,55	153,7	38,7
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	298,6	57,1	72,7	1,353	23,70	16 265	903,6	14,95	1 019,1	35,1	1 043,20	122,73	3,79	191,1	45,3
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331,0	66,3	84,5	1,467	22,12	23 128	1 156,4	16,55	1 307,1	42,7	1 317,58	146,40	3,95	229,0	51,1
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	378,8	77,6	98,8	1,505	20,69	33 743	1 499,7	18,48	1 701,8	50,8	1 675,35	176,35	4,12	276,4	58,3
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426,0	90,7	115,5	1,744	19,23	48 198	1 927,9	20,43	2 194,1	59,9	2 140,90	214,09	4,30	335,9	67,2
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	467,6	105,5	134,4	1,877	17,78	67 116	2 440,6	22,35	2 787,0	72,3	2 666,49	253,95	4,45	400,5	76,1
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514,0	122,4	156,0	2,015	16,45	92 083	3 069,4	24,30	3 512,4	83,8	3 385,78	307,80	4,66	485,6	87,9

Poutrelles **HEA**

HEA 100 à 600



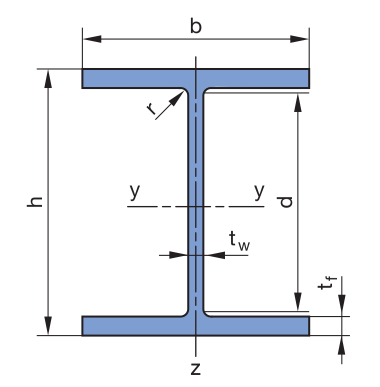
NF A 45-201

Les notations entre parenthèses correspondent aux anciennes désignations.

	Dimensions						Masse par mètre	Aire de la section	Surface de peinture		Caractéristiques de calcul									
	h (h) mm	b (b) mm	t_w (a) mm	t_f (e) mm	r (r) mm	d (h_1) mm	P kg/m	A cm²	m²/m	m²/t	I_y (I_x) cm⁴	$W_{el.y}$ (I_x/v_x) cm³	i_y (i_x) cm	$W_{pl.y}$ cm³	A_{vz} cm²	I_z (I_y) cm⁴	$W_{el.z}$ (I_y/v_y) cm³	i_z (i_y) cm	$W_{pl.z}$ cm³	A_{vy} cm²
HEA 100	96	100	5,0	8,0	12	56	16,7	21,2	0,561	33,68	349,2	72,8	4,06	83,0	7,6	133,8	26,8	2,51	41,1	16,9
HEA 120	114	120	5,0	8,0	12	74	19,9	25,3	0,677	34,06	606,2	106,3	4,89	119,5	8,5	230,9	38,5	3,02	58,9	20,1
HEA 140	133	140	5,5	8,5	12	92	24,7	31,4	0,794	32,21	1 033,1	155,4	5,73	173,5	10,1	389,3	55,6	3,52	84,8	24,8
HEA 160	152	160	6,0	9	15	104	33,4	38,8	0,906	29,78	1 673,0	220,1	6,57	245,1	13,2	615,5	76,9	3,98	117,6	30,1
HEA 180	171	180	6,0	9,5	15	122	35,5	45,3	1,024	28,83	2 510,3	293,6	7,45	324,9	14,5	924,6	102,7	4,52	156,5	35,5
HEA 200	190	200	6,5	10	18	134	42,3	53,8	1,136	26,89	3 692,2	388,6	8,28	429,5	18,1	1 335,6	133,6	4,98	203,8	41,6
HEA 220	210	220	7,0	11	18	152	50,5	64,5	1,255	24,85	5 409,7	515,2	9,17	568,5	20,7	1 954,5	177,7	5,51	270,6	50,2
HEA 240	230	240	7,5	12	21	164	60,3	76,8	1,369	22,70	7 763,2	675,1	10,05	744,6	25,2	2 768,9	230,7	6,00	351,7	59,7
HEA 260	250	260	7,5	12,5	24	177	68,2	86,8	1,484	21,77	10 455	836,4	10,97	919,8	28,8	3 668,2	282,6	6,50	430,2	67,4
HEA 280	270	280	8,0	13	24	196	76,4	97,3	1,603	20,99	13 673	1 012,8	11,86	1 112,2	31,7	4 763,0	340,2	7,00	518,1	75,4
HEA 300	290	300	8,5	14	27	208	88,3	112,5	1,717	19,43	18 263	1 259,6	12,74	1 383,3	37,3	6 310,5	420,7	7,49	641,2	87,0
HEA 320	310	300	9,0	15,5	27	225	96,6	124,4	1,756	17,98	22 928	1 479,3	13,58	1 628,1	41,1	6 985,8	465,7	7,49	709,7	96,2
HEA 340	330	300	9,5	16,5	27	243	104,8	133,5	1,795	17,13	27 693	1 678,4	14,40	1 850,5	45,0	7 436,3	495,8	7,46	755,9	102,5
HEA 360	350	300	10,0	17,5	27	261	112,1	142,8	1,834	16,36	33 090	1 890,8	15,22	2 088,5	49,0	7 886,8	525,8	7,43	802,3	108,7
HEA 400	390	300	11,0	19	27	298	124,8	159,0	1,912	15,32	45 069	2 311,3	16,84	2 561,8	57,3	8 563,1	570,9	7,34	872,9	118,2
HEA 450	440	300	11,5	21	27	344	139,8	178,0	2,011	14,39	63 722	2 896,4	18,92	3 215,9	65,8	9 464,2	630,9	7,29	965,1	130,4
HEA 500	490	300	12,0	23	27	390	155,1	197,5	2,110	13,60	86 975	3 550,0	20,98	3 948,9	74,7	10 365,6	691,0	7,24	1 058,5	142,7
HEA 550	540	300	12,5	24	27	438	166,2	211,8	2,209	13,29	111 932	4 145,6	22,99	4 621,8	83,7	10 817,2	721,1	7,15	1 106,9	148,6
HEA 600	590	300	13,0	25	27	486	177,8	226,5	2,308	12,98	141 208	4 786,7	24,97	5 350,4	93,2	11 269,1	751,3	7,05	1 155,7	155,2

Poutrelles HEB

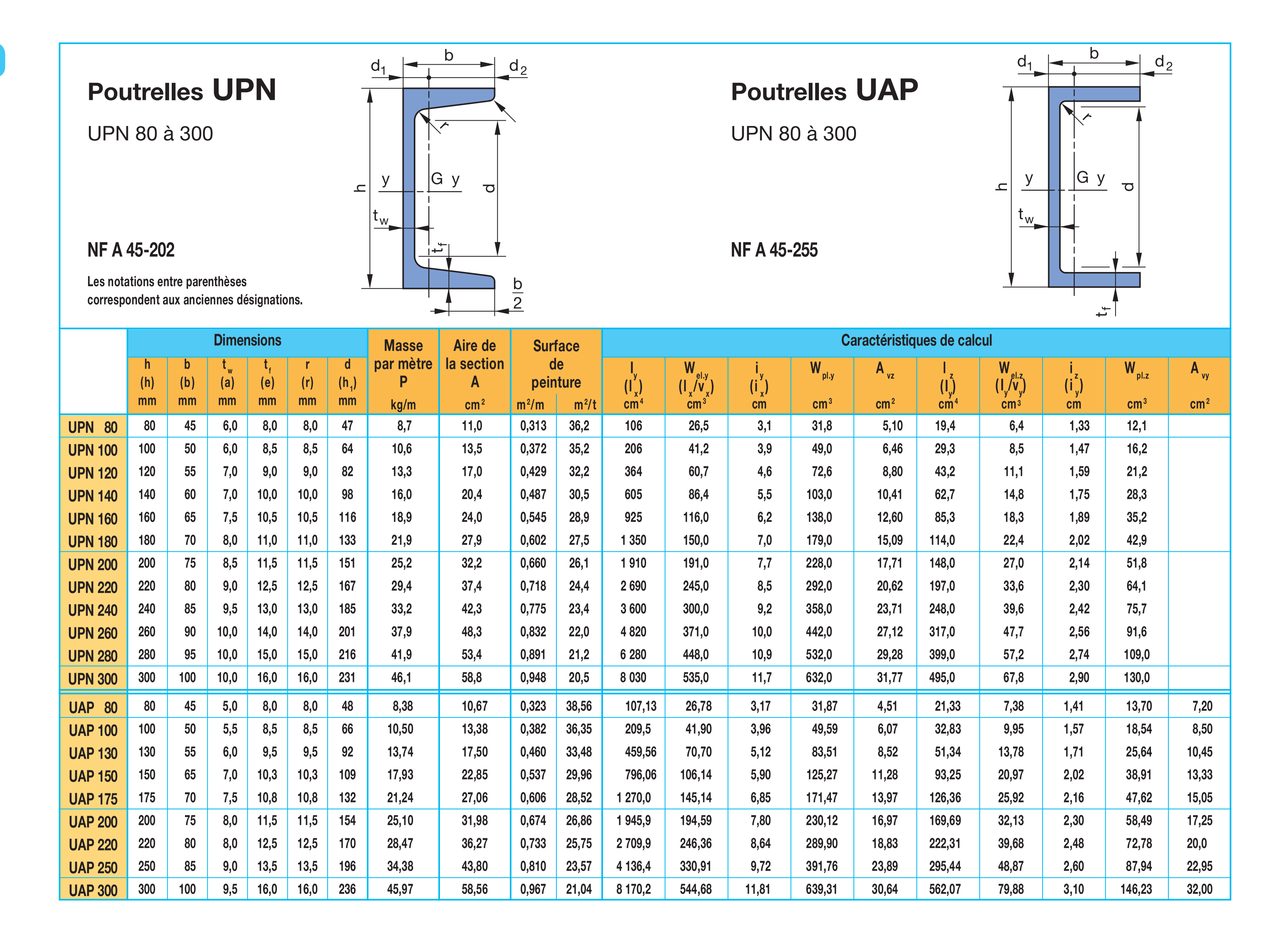
HEA 100 à 600



NF A 45-201

Les notations entre parenthèses correspondent aux anciennes désignations.

	Dimensions						Masse par mètre P	Aire de la section A	Surface de peinture		Caractéristiques de calcul									
	h (h) mm	b (b) mm	t_w (a) mm	t_f (e) mm	r (r) mm	d (h_1) mm	kg/m	cm²	m²/m	m²/t	I_y (I_x) cm⁴	$W_{el.y}$ (I_x/v_x) cm³	i_y (i_x) cm	$W_{pl.y}$ cm³	A_{vz} cm²	I_z (I_y) cm⁴	$W_{el.z}$ (I_y/v_y) cm³	i_z (i_y) cm	$W_{pl.z}$ cm³	A_{vy} cm²
HEB 100	100	100	6,0	10	12	56	20,4	26,0	0,567	27,76	449,5	89,9	4,16	104,2	9,0	176,2	33,4	2,53	51,4	21,1
HEB 120	120	120	6,5	11	12	74	26,7	34,0	0,686	25,71	864,4	144,1	5,04	165,2	11,0	317,4	52,9	3,06	81,0	27,6
HEB 140	140	140	7,0	12	12	92	33,7	43,0	0,805	23,88	1 509,2	215,6	5,93	245,4	13,1	549,5	78,5	3,58	119,8	34,9
HEB 160	160	160	8,0	13	15	104	42,6	54,3	0,918	21,56	2 492,0	311,5	6,78	354,0	17,6	889,0	111,1	4,05	170,0	43,4
HEB 180	180	180	8,5	14	15	122	51,2	65,3	1,037	20,25	3 831,1	425,7	7,66	481,4	20,2	1 362,5	151,4	4,57	231,0	52,4
HEB 200	200	200	9,0	15	18	134	61,3	78,1	1,151	18,78	5 696,2	569,6	8,54	642,5	24,8	2 002,9	200,3	5,06	305,8	62,4
HEB 220	220	220	9,5	16	18	152	71,5	91,0	1,270	17,77	8 091,0	735,5	9,43	827,0	27,9	2 842,7	258,4	5,59	393,9	73,0
HEB 240	240	240	10,0	17	21	164	83,2	106,0	1,384	16,63	11 259,3	938,3	10,31	1 053,1	33,2	3 921,9	326,8	6,08	498,4	84,7
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	93,0	118,4	1,499	16,12	14 919	1 147,6	11,22	1 282,9	37,6	5 134,0	394,9	6,58	602,2	94,4
HEB 280	280	280	10,5	18	24	196	103,1	131,4	1,618	15,69	19 270	1 376,4	12,11	1 534,4	41,1	6 593,7	471,0	7,08	717,6	104,4
HEB 300	300	300	11,0	19	27	208	117,0	149,1	1,732	14,80	25 166	1 677,7	12,99	1 868,7	47,4	8 562,1	570,8	7,58	870,1	118,2
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	126,7	161,3	1,771	13,98	30 823	1 926,5	13,82	2 149,2	51,8	9 237,7	615,8	7,57	939,1	127,4
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	134,2	170,9	1,810	13,49	36 656	2 156,3	14,65	2 408,1	56,1	9 688,5	645,9	7,53	985,7	133,7
HEB 360	360	300	12,5	22,5	27	261	141,8	180,6	1,849	13,04	43 193	2 399,6	15,46	2 658,0	60,6	10 139,4	676,0	7,49	1 032,5	139,9
HEB 400	400	300	13,5	24	27	298	155,3	197,8	1,927	12,41	57 680	2 884,0	17,08	3 231,7	70,0	10 816,5	721,1	7,40	1 104,0	149,5
HEB 450	450	300	14,0	26	27	344	171,1	218,0	2,026	11,84	79 888	3 550,6	19,14	3 932,4	79,7	11 718,4	781,2	7,33	1 197,7	161,7
HEB 500	500	300	14,5	28	27	390	187,3	238,9	2,125	11,34	107 176	4 287,0	21,19	4 814,6	89,8	12 620,6	841,4	7,27	1 291,6	174,0
HEB 550	550	300	15,0	29	27	438	199,4	254,1	2,224	11,15	136 691	4 970,6	23,20	5 590,6	100,1	13 073,2	871,5	7,17	1 341,1	180,3
HEB 600	600	300	15,5	30	27	486	211,9	270,0	2,323	10,96	171 041	6 701,4	25,17	6 425,1	110,8	13 526,1	911,7	7,08	1 391,1	186,6



Poutrelles UPN

UPN 80 à 300

NF A 45-202

Les notations entre parenthèses correspondent aux anciennes désignations.

Poutrelles UAP

UPN 80 à 300

NF A 45-255

	Dimensions						Masse par mètre P	Aire de la section A	Surface de peinture		Caractéristiques de calcul									
	h (h) mm	b (b) mm	t_w (a) mm	t_f (e) mm	r (r) mm	d (h_1) mm	kg/m	cm²	m²/m	m²/t	I_y (I_x) cm⁴	$W_{el.y}$ (I_x/v_x) cm³	i_y (i_x) cm	$W_{pl.y}$ cm³	A_{vz} cm²	I_z (I_y) cm⁴	$W_{el.z}$ (I_y/v_y) cm³	i_z (i_y) cm	$W_{pl.z}$ cm³	A_{vy} cm²
UPN 80	80	45	6,0	8,0	8,0	47	8,7	11,0	0,313	36,2	106	26,5	3,1	31,8	5,10	19,4	6,4	1,33	12,1	
UPN 100	100	50	6,0	8,5	8,5	64	10,6	13,5	0,372	35,2	206	41,2	3,9	49,0	6,46	29,3	8,5	1,47	16,2	
UPN 120	120	55	7,0	9,0	9,0	82	13,3	17,0	0,429	32,2	364	60,7	4,6	72,6	8,80	43,2	11,1	1,59	21,2	
UPN 140	140	60	7,0	10,0	10,0	98	16,0	20,4	0,487	30,5	605	86,4	5,5	103,0	10,41	62,7	14,8	1,75	28,3	
UPN 160	160	65	7,5	10,5	10,5	116	18,9	24,0	0,545	28,9	925	116,0	6,2	138,0	12,60	85,3	18,3	1,89	35,2	
UPN 180	180	70	8,0	11,0	11,0	133	21,9	27,9	0,602	27,5	1 350	150,0	7,0	179,0	15,09	114,0	22,4	2,02	42,9	
UPN 200	200	75	8,5	11,5	11,5	151	25,2	32,2	0,660	26,1	1 910	191,0	7,7	228,0	17,71	148,0	27,0	2,14	51,8	
UPN 220	220	80	9,0	12,5	12,5	167	29,4	37,4	0,718	24,4	2 690	245,0	8,5	292,0	20,62	197,0	33,6	2,30	64,1	
UPN 240	240	85	9,5	13,0	13,0	185	33,2	42,3	0,775	23,4	3 600	300,0	9,2	358,0	23,71	248,0	39,6	2,42	75,7	
UPN 260	260	90	10,0	14,0	14,0	201	37,9	48,3	0,832	22,0	4 820	371,0	10,0	442,0	27,12	317,0	47,7	2,56	91,6	
UPN 280	280	95	10,0	15,0	15,0	216	41,9	53,4	0,891	21,2	6 280	448,0	10,9	532,0	29,28	399,0	57,2	2,74	109,0	
UPN 300	300	100	10,0	16,0	16,0	231	46,1	58,8	0,948	20,5	8 030	535,0	11,7	632,0	31,77	495,0	67,8	2,90	130,0	
UAP 80	80	45	5,0	8,0	8,0	48	8,38	10,67	0,323	38,56	107,13	26,78	3,17	31,87	4,51	21,33	7,38	1,41	13,70	7,20
UAP 100	100	50	5,5	8,5	8,5	66	10,50	13,38	0,382	36,35	209,5	41,90	3,96	49,59	6,07	32,83	9,95	1,57	18,54	8,50
UAP 130	130	55	6,0	9,5	9,5	92	13,74	17,50	0,460	33,48	459,56	70,70	5,12	83,51	8,52	51,34	13,78	1,71	25,64	10,45
UAP 150	150	65	7,0	10,3	10,3	109	17,93	22,85	0,537	29,96	796,06	106,14	5,90	125,27	11,28	93,25	20,97	2,02	38,91	13,33
UAP 175	175	70	7,5	10,8	10,8	132	21,24	27,06	0,606	28,52	1 270,0	145,14	6,85	171,47	13,97	126,36	25,92	2,16	47,62	15,05
UAP 200	200	75	8,0	11,5	11,5	154	25,10	31,98	0,674	26,86	1 945,9	194,59	7,80	230,12	16,97	169,69	32,13	2,30	58,49	17,25
UAP 220	220	80	8,0	12,5	12,5	170	28,47	36,27	0,733	25,75	2 709,9	246,36	8,64	289,90	18,83	222,31	39,68	2,48	72,78	20,0
UAP 250	250	85	9,0	13,5	13,5	196	34,38	43,80	0,810	23,57	4 136,4	330,91	9,72	391,76	23,89	295,44	48,87	2,60	87,94	22,95
UAP 300	300	100	9,5	16,0	16,0	236	45,97	58,56	0,967	21,04	8 170,2	544,68	11,81	639,31	30,64	562,07	79,88	3,10	146,23	32,00

BOULONS HR

Classe de qualité	Diamètre d mm	Longueur de la vis ℓ de 10 en 10 mm	Longueur de la partie filetée b $\ell \leqslant 120$ mm	b $\ell \geqslant 120$ mm	Tête de la vis Hauteur k mm	Surplat S mm	Embase Diamètre int. de la face d'appui d_a mm	Surangle e_{min} mm	Section du noyau A_s mm^2	Effort de précontrainte $Pv = 0{,}8 . \sigma_{eb} . A_s$ kN
8.8	12	50 à 120	30	-	8	19	15,2	20,88	84,3	43,162
	14	50 à 200	34	40	9	22	17,2	23,91	115	58,880
	16	60 à 200	38	44	10	24	20	26,17	157	80,834
	18	60 à 200	42	48	12	27	22	29,56	192	98,304
	20	70 à 200	46	52	13	30	26	32,95	245	125,440
	22	70 à 200	50	56	14	32	28	35,03	303	155,136
	24	80 à 200	54	60	15	36	30	39,55	353	180,736
	27	80 à 200	60	66	17	41	33	45,20	459	235,008
	30	90 à 200	66	72	19	46	36	50,85	561	287,232
10.9	12	50 à 120	30	-	8	22	15,2	23,91	84,3	60,696
	14	50 à 200	34	40	9	24	17,2	26,17	115	82,800
	16	60 à 200	38	44	10	27	20	29,56	157	113,040
	18	60 à 200	42	48	12	30	22	32,95	192	138,240
	20	70 à 200	46	52	13	32	26	35,03	245	176,400
	22	70 à 200	50	56	14	36	28	39,55	303	218,160
	24	80 à 200	54	60	15	41	30	45,20	353	254,160
	27	80 à 200	60	66	17	46	33	50,85	459	330,480
	30	90 à 200	66	72	19	50	36	55,37	561	403,920

25 Menuiserie

25.1 Les dessins

25.11 Dessins de définition

Ils sont constitués par des vues, des coupes et des sections qui doivent permettre de définir :

- Les formes générales de l'ouvrage.
- Les différents assemblages et liaisons.
- Les dimensions d'ensemble ainsi que les sections de bois (voir table de chevet page 146).

25.12 Dessins de fabrication (p. 147)

Ces dessins sont essentiellement utilisés pour la fabrication en série. Ils sont généralement constitués par :

Une perspective éclatée : qui décompose l'ensemble en sous-ensembles et chaque sous ensemble en éléments. Chaque élément est numéroté (voir p. 147).

Les dessins d'éléments : on doit réaliser un dessin en deux ou trois vues pour chaque élément de l'ouvrage. Les dessins doivent comporter les indications suivantes :

- Les cotes de fabrication avec les tolérances de dimensions et de forme (voir principe p. 43 et 45).
- L'indication des états de surfaces (voir tableau).

25.13 Les traits

- **Trait renforcé :** pour les contours des parties coupées.
- **Trait fort :** pour les parties non coupées et les joints entre les pièces assemblées (fig. 1).
- **Traits fins :** pour les hachures, les arasements et les moulures en élévation (fig. 2).

25.14 Hachures

Outre les hachures normalisées définies au chapitre 6, on utilise fréquemment les représentations figurant dans le tableau ci-contre.

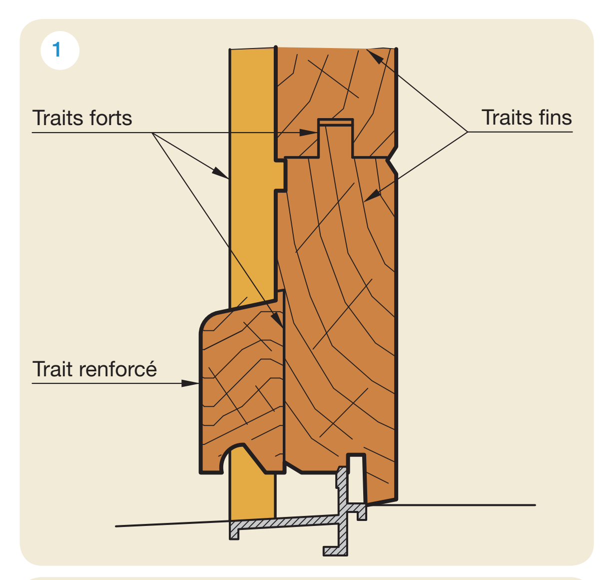
25.15 Symboles d'ouverture

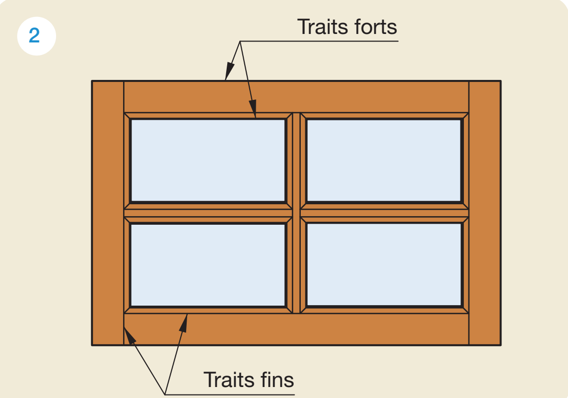
Des fenêtres voir p. 57, des portes voir p. 60.

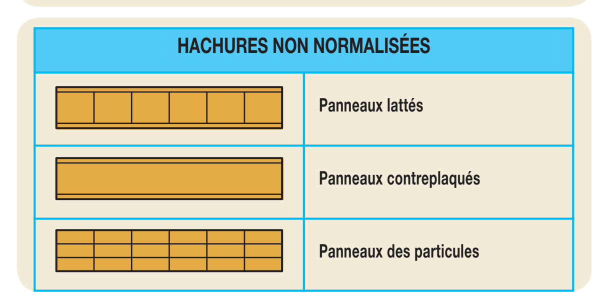
25.2 Les ouvrages

- Assemblages : p. 145.
- Dimensions des fenêtres : p. 56.
- Fenêtres en bois : p. 148 et 149.
- Fenêtre PVC : p. 151.
- Panneau de façade en bois : p. 150.

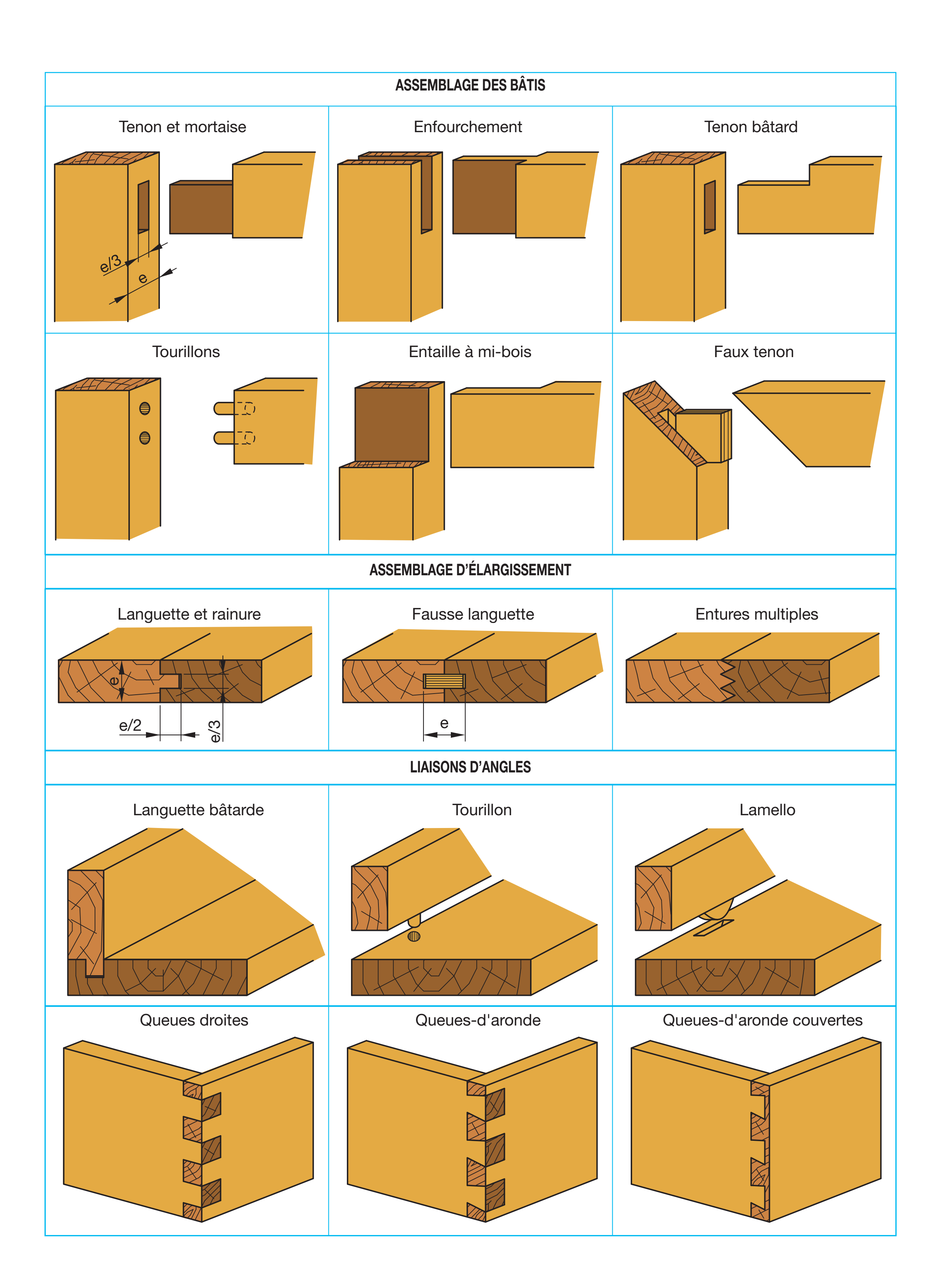
Symboles	Usinages	Caractéristiques	
√	Sciage	Brut de sciage	
0,3 √ rab	Rabotage (pas d'usinage)	2,6 à 5	Grossier
		2,5 à 0,9	Courant
		0,3 à 0,8	Soigné
180 √ pon	Ponçage (taille des grains)	240 à 380	Gros
		145 à 240	Moyen
		90 à 110	Fin







HACHURES NON NORMALISÉES	
	Panneaux lattés
	Panneaux contreplaqués
	Panneaux des particules


ASSEMBLAGE DES BÂTIS
Tenon et mortaise
e/3
e
Enfourchement
Tenon bâtard
Tourillons
Entaille à mi-bois
Faux tenon
ASSEMBLAGE D'ÉLARGISSEMENT
Languette et rainure
e
e/2
e/3
Fausse languette
e
Entures multiples
LIAISONS D'ANGLES
Languette bâtarde
Tourillon
Lamello
Queues droites
Queues-d'aronde
Queues-d'aronde couvertes

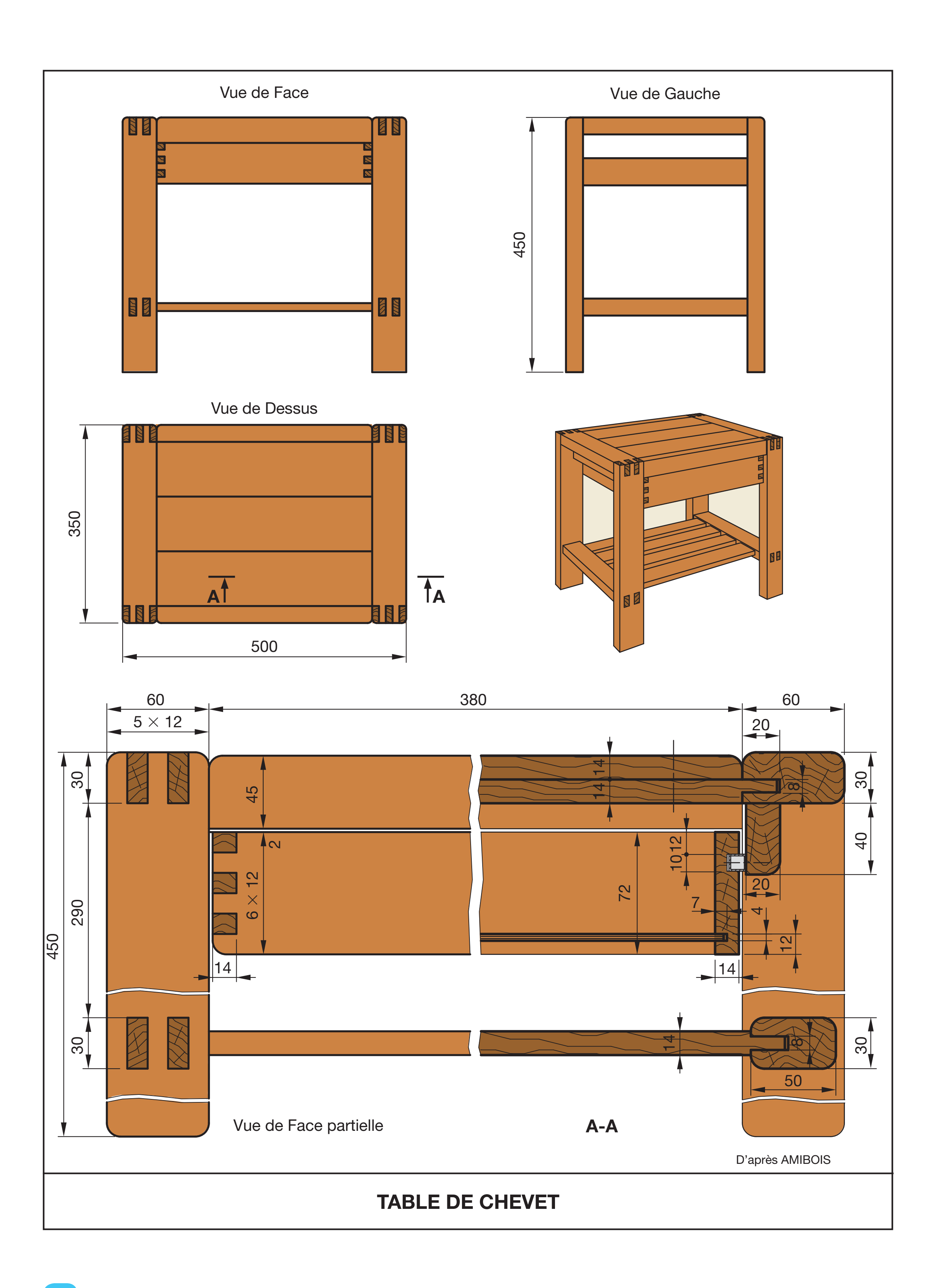
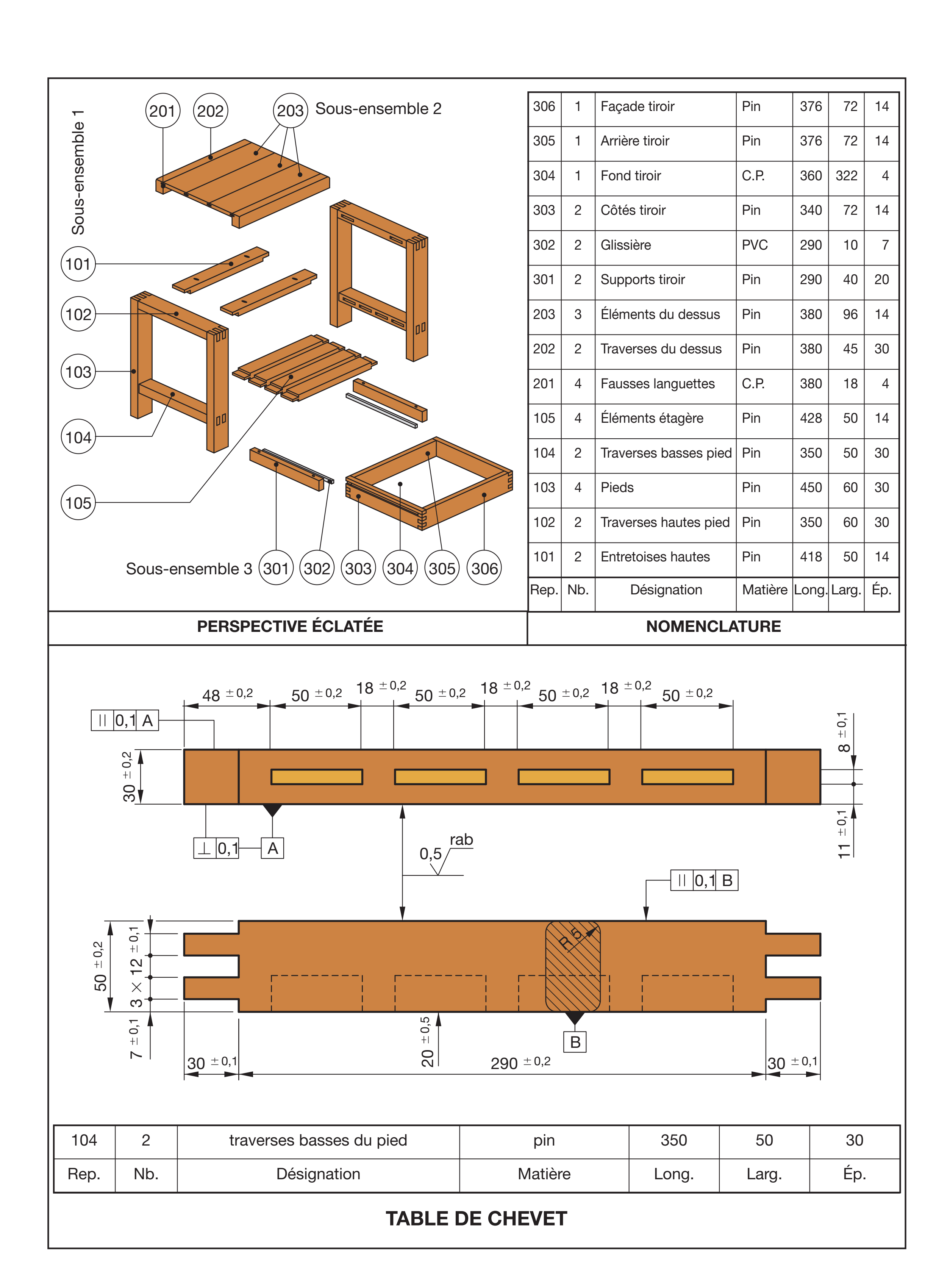


TABLE DE CHEVET



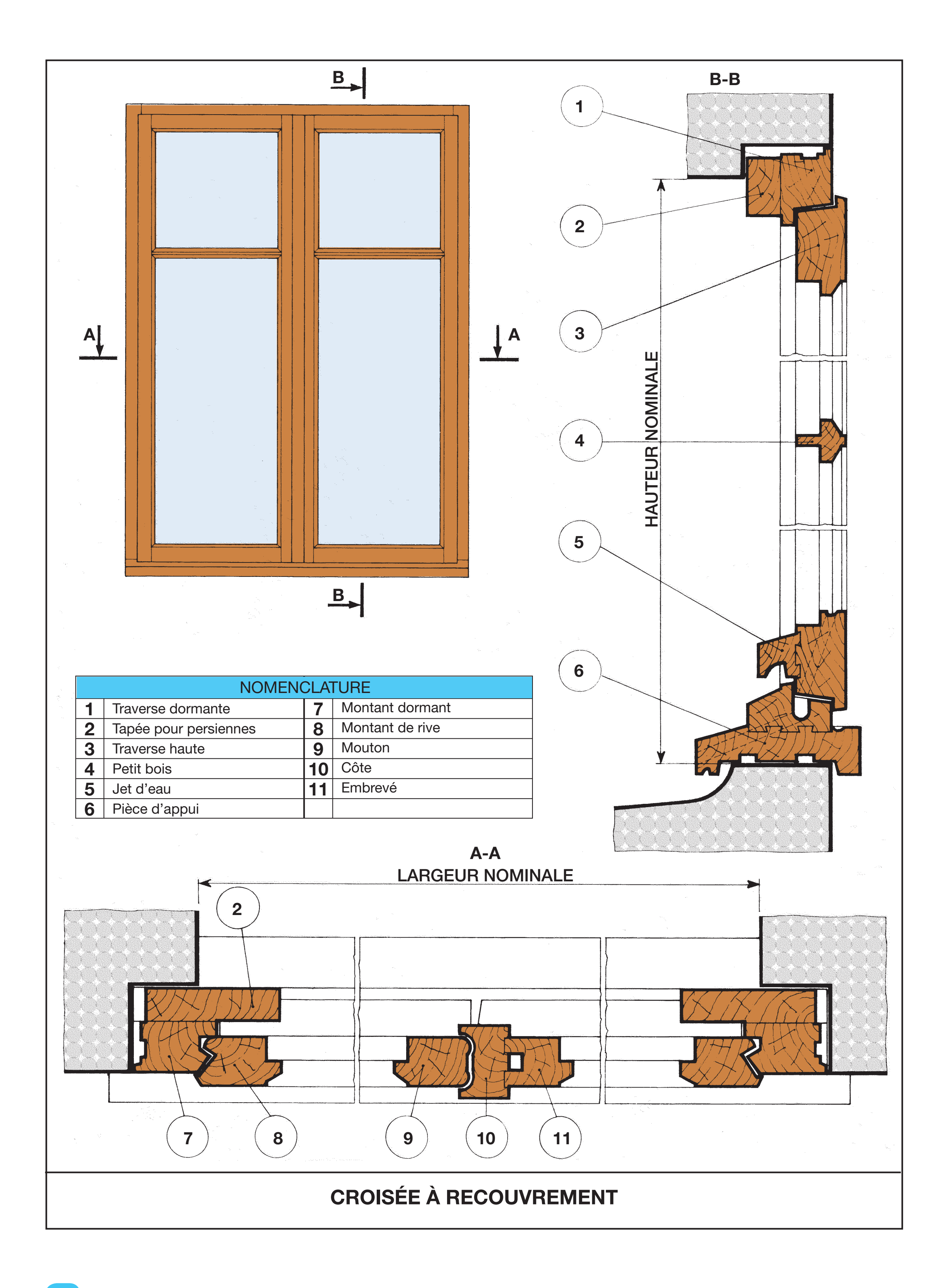
306	1	Façade tiroir	Pin	376	72	14
305	1	Arrière tiroir	Pin	376	72	14
304	1	Fond tiroir	C.P.	360	322	4
303	2	Côtés tiroir	Pin	340	72	14
302	2	Glissière	PVC	290	10	7
301	2	Supports tiroir	Pin	290	40	20
203	3	Éléments du dessus	Pin	380	96	14
202	2	Traverses du dessus	Pin	380	45	30
201	4	Fausses languettes	C.P.	380	18	4
105	4	Éléments étagère	Pin	428	50	14
104	2	Traverses basses pied	Pin	350	50	30
103	4	Pieds	Pin	450	60	30
102	2	Traverses hautes pied	Pin	350	60	30
101	2	Entretoises hautes	Pin	418	50	14
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Long.	Larg.	Ép.

PERSPECTIVE ÉCLATÉE

NOMENCLATURE

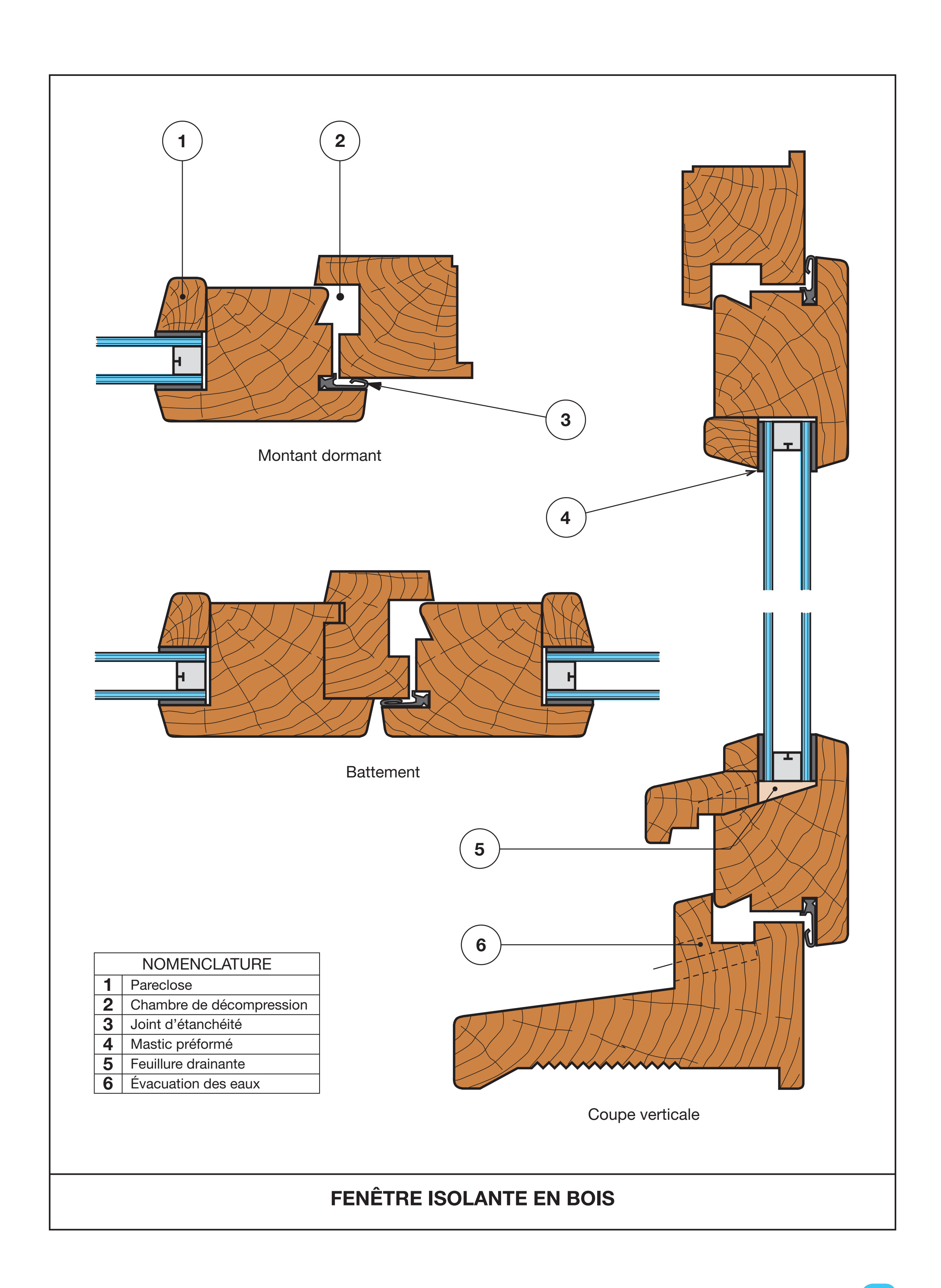
104	2	traverses basses du pied	pin	350	50	30
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Long.	Larg.	Ép.

TABLE DE CHEVET

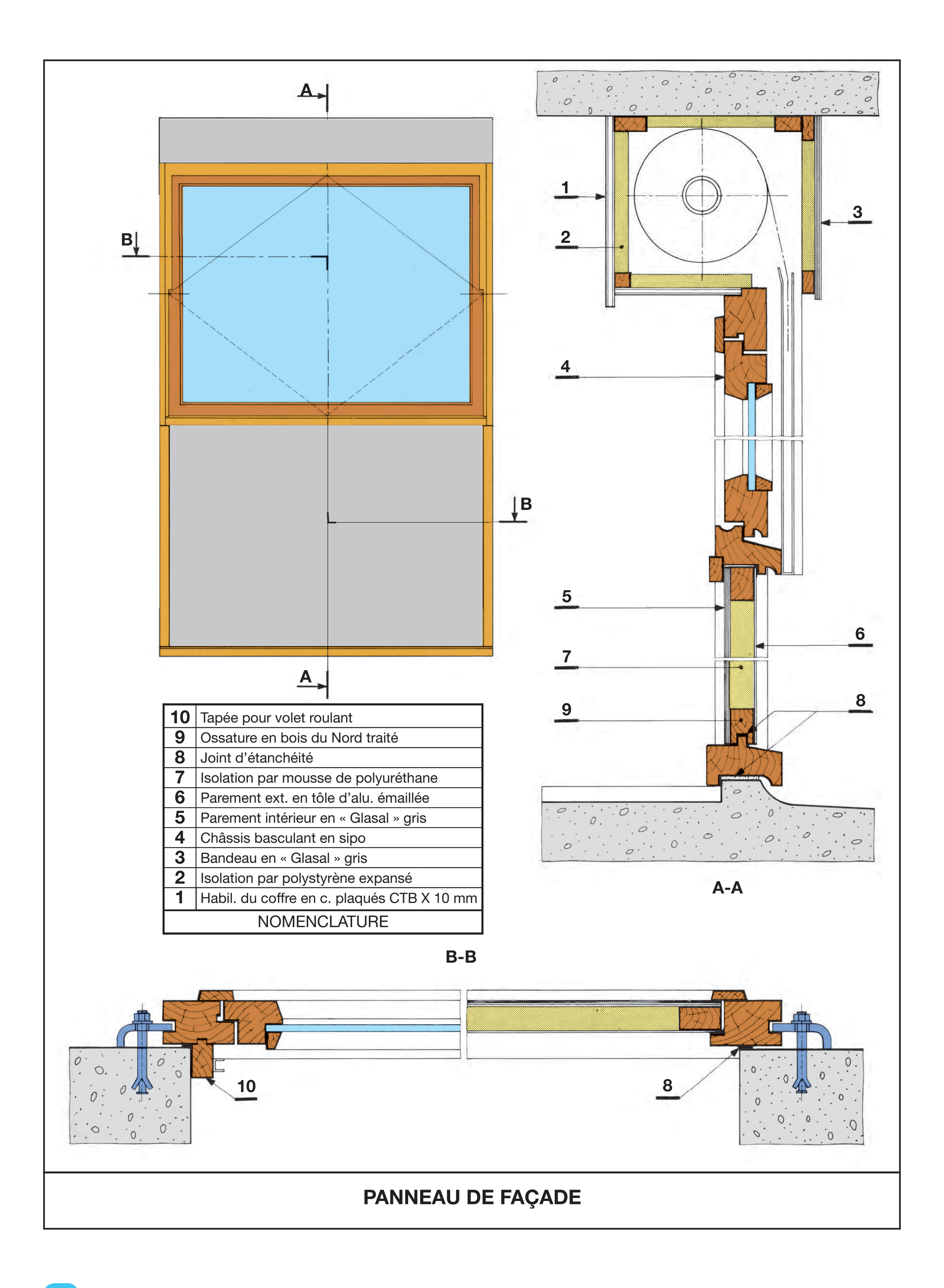


NOMENCLATURE			
1	Traverse dormante	7	Montant dormant
2	Tapée pour persiennes	8	Montant de rive
3	Traverse haute	9	Mouton
4	Petit bois	10	Côte
5	Jet d'eau	11	Embrevé
6	Pièce d'appui		

CROISÉE À RECOUVREMENT

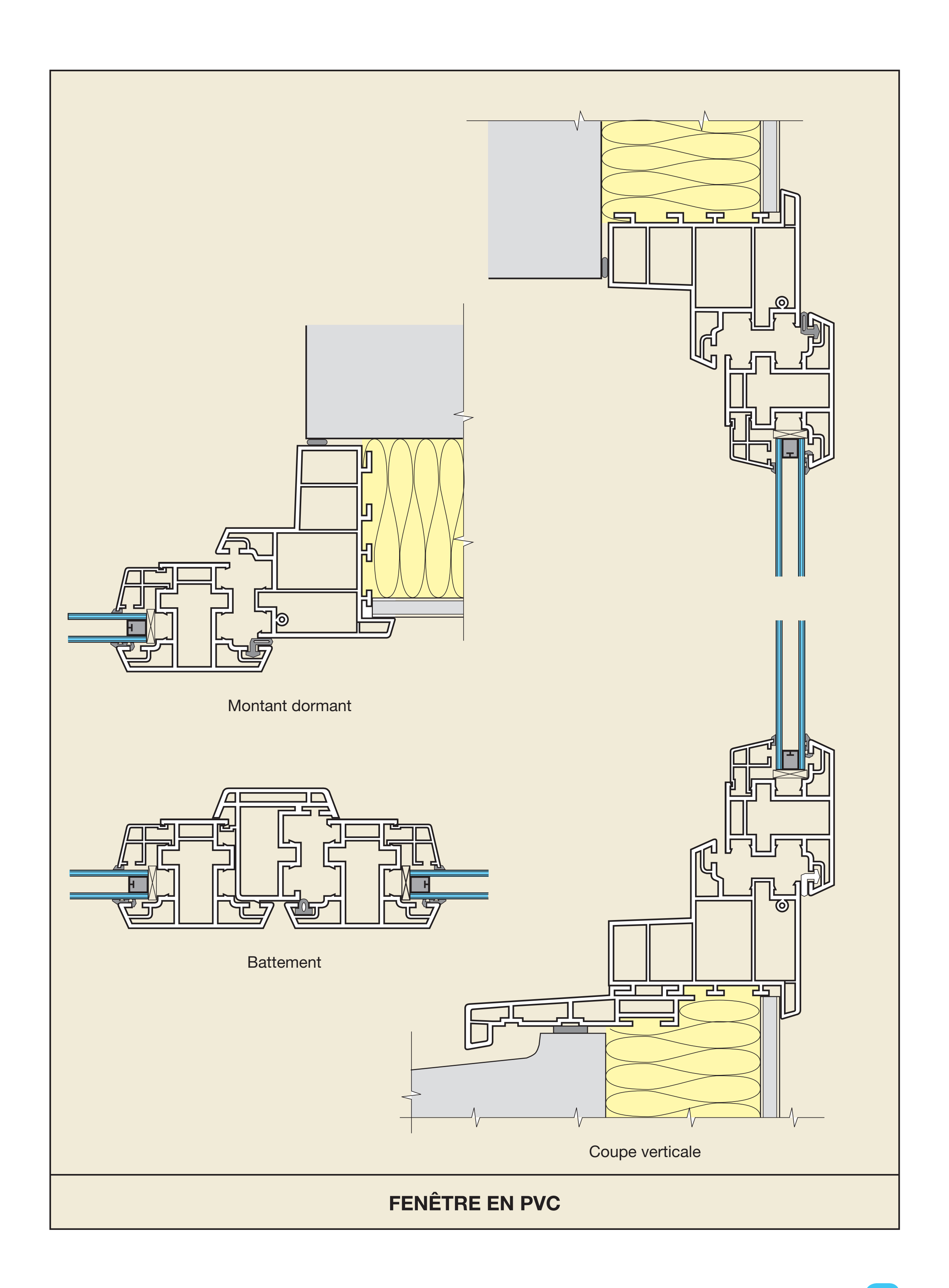


FENÊTRE ISOLANTE EN BOIS



10	Tapée pour volet roulant
9	Ossature en bois du Nord traité
8	Joint d'étanchéité
7	Isolation par mousse de polyuréthane
6	Parement ext. en tôle d'alu. émaillée
5	Parement intérieur en « Glasal » gris
4	Châssis basculant en sipo
3	Bandeau en « Glasal » gris
2	Isolation par polystyrène expansé
1	Habil. du coffre en c. plaqués CTB X 10 mm
	NOMENCLATURE

PANNEAU DE FAÇADE



FENÊTRE EN PVC

26 Plomberie

Trois grandes parties dans une installation sanitaire :

- l'alimentation en eau froide.
- la production et la distribution d'eau chaude.
- l'évacuation des eaux usées.

26.1 L'alimentation en eau froide

26.11 Alimentation des bâtiments

L'eau doit être servie entre 0,2 et 3 bars. Au-dessous de 0,2-bar, on devra prévoir des pompes ou des surpresseurs. Au-dessus de 3 bars, on installera des réducteurs de pression afin d'éviter les bruits et l'usure prématurée de l'installation.

Afin de limiter les bruits, la vitesse de l'eau dans les canalisations doit être comprise entre 1 et 2 m/s.

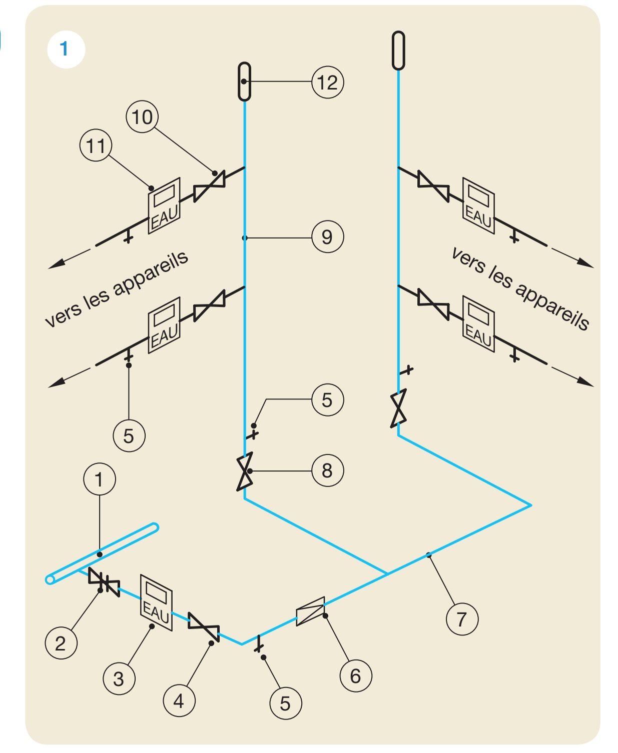
La figure 1 montre les principaux éléments de l'alimentation en eau d'un bâtiment d'habitation.

- **La ceinture d'alimentation :** c'est un tuyau d'allure horizontale généralement situé en sous-sol sur lequel sont branchées les prises des différents services (colonnes montantes vers les étages, alimentation de production d'eau chaude sanitaire (ECS), l'alimentation de l'installation de chauffage...).
Nature : acier galvanisé.
- **Les colonnes montantes :** elles vont desservir les différents niveaux. Elles sont implantées dans des gaines techniques pour les bâtiments collectifs et souvent dans les placards pour les maisons individuelles.
Nature : acier galvanisé ou cuivre.
- **La ceinture d'étage :** elle alimente les différents appareils de l'étage. La canalisation peut être encastrée dans le plancher, ou, passer en apparent en plinthe ou en plafond.
Nature : acier, cuivre, PER (polyéthylène réticulé).
- **Les accessoires :** ce sont tous les éléments qui vont assurer le bon fonctionnement et la bonne conservation de l'installation, tels que compteurs, robinet d'arrêt ou de vidange, réducteurs de pression, surpresseurs, dispositifs anti-bélier...

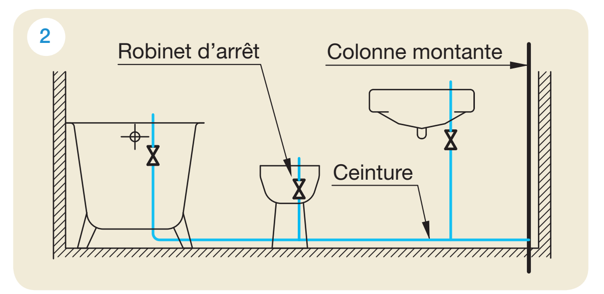
26.12 Alimentation des appareils

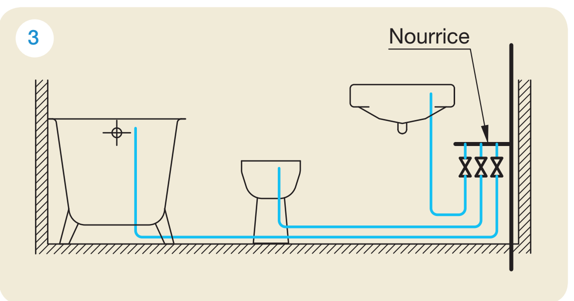
Deux méthodes sont utilisées pour alimenter les appareils :

- **L'alimentation en série** (fig. 2), économique en tuyau.
- **L'alimentation en parallèle** (fig. 3), qui nécessite plus de canalisations, mais offre un isolement centralisé.



1	Réseau urbain	7	Ceinture d'alimentation
2	Vanne d'isolement (sur le domaine public)	8	Robinet d'arrêt partiel
3	Compteur général	9	Colonne montante
4	Robinet d'arrêt général	10	Robinet d'arrêt partiel
5	Robinet de vidange	11	Compteur divisionnaire
6	Réducteur de pression	12	Anti-bélier





26.2 Débit de base des appareils DTU 60-11

Désignation de l'appareil	Q_{min} de calcul*		Diamètres intérieurs min des canalisations d'alimentation** (mm)
	Eau froide ou eau mélangée (l/s)	Eau chaude (l/s)	
Évier, timbre d'office	0,20	0,20	12
Lavabo	0,20	0,20	10
Lavabo collectif (par jet)	0,05	0,05	Suivant nombre de jets
Bidet	0,20	0,20	10
Baignoire	0,33	0,33	13
Douche	0,20	0,20	12
Poste d'eau robinet 1/2	0,33		12
Poste d'eau robinet 3/4	0,42		13
W.-C. avec réservoir de chasse	0,12		10
W.-C. avec robinet de chasse	1,50		Au moins le diamètre du robinet
Urinoir avec robinet individuel	0,15		10
Urinoir à action siphonique	0,50		Au moins le diamètre du robinet
Lave-mains	0,10		10
Bac à laver	0,33		13
Machine à laver le linge	0,20		10
Machine à laver la vaisselle	0,10		10
Machine industrielle ou autre appareil	Se conformer à l'instruction du fabricant		

* Lorsque la production d'eau chaude est individuelle, ces débits servent de base au calcul des diamètres des canalisations d'eau froide à usage collectif et des canalisations intérieures jusqu'au piquage alimentant l'appareil de production d'eau chaude.
** Ces diamètres tiennent compte des conditions d'utilisation des divers appareils sanitaires.

26.3 Diamètre minimal d'alimentation des appareils

26.31 Installations individuelles

Un coefficient est affecté à chaque appareil, ce qui permet de lire sur le diagramme le diamètre minimal d'alimentation.

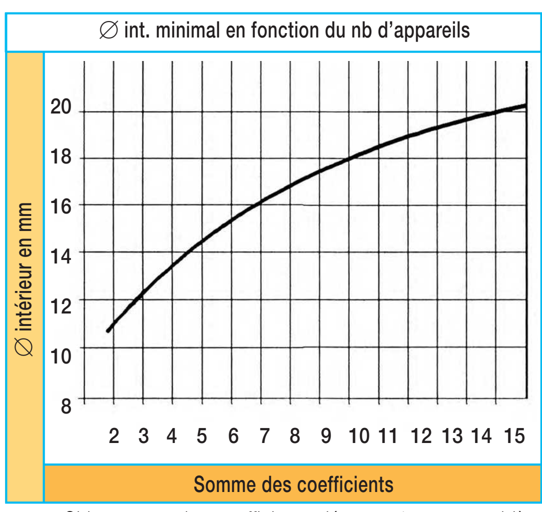
Appareils	Coefficients
W.-C. avec réservoir de chasse, lave-mains, urinoirs, siphon de sol	0,5
Bidet, W.-C. à usage collectif, machine à laver le linge ou la vaisselle	1
Lavabo	1,5
Douche, poste d'eau	2
Évier, timbre d'office	2,5
Baignoire < = 150 l > 150 l	3 3 + 0,1 par tranche de 10 l

EXEMPLES :

Soit à déterminer le diamètre minimal d'alimentation en eau d'une villa comportant les appareils ci-après :

Appareils	Nb	Coef.
W.-C.	2	1
Lavabo	2	3
Baignoire ≤ 150 l	1	3
Bidet	1	1
Lave-linge	1	1
Lave-vaisselle	1	1
Poste d'eau	2	4
TOTAL	10	14

On lit sur l'abaque ci-dessous que le diamètre doit être ⩾ à 20 mm.



NOTA : Si la somme des coefficients dépasse 15, on considère l'installation comme collective.

26.32 Installations collectives

Tous les appareils n'étant pas ouverts en même temps on calcule le diamètre des canalisations en tenant compte du débit probable qui ne représente qu'une fraction du débit cumulé. On convient que les robinets de chasse ayant une faible durée de fonctionnement sont comptés pour :

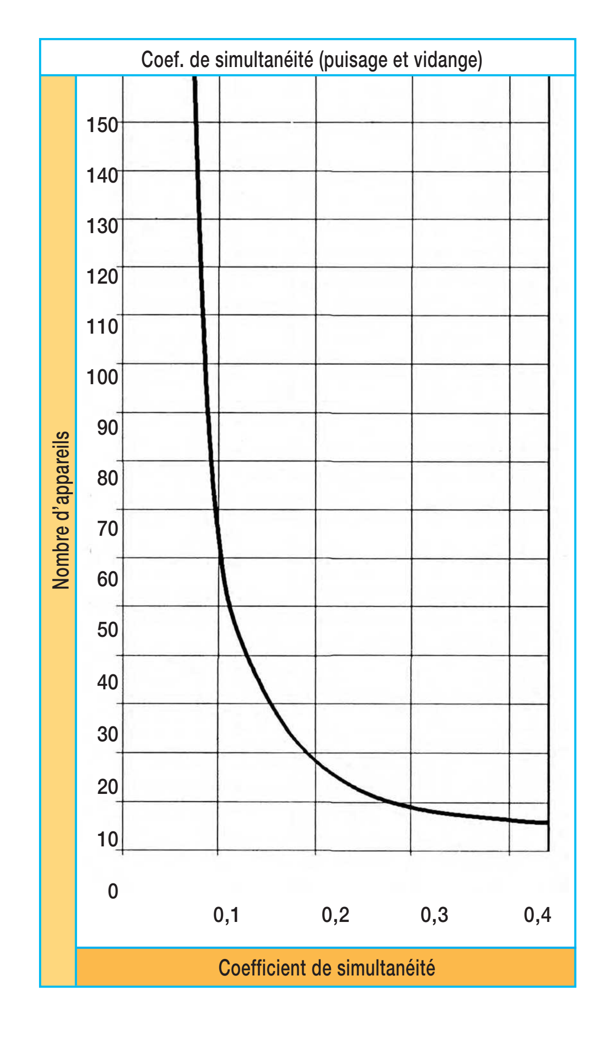
Robinets installés	< 3	4 à 12	5 à 24	25 à 50	> 50
Robinets comptés	1	2	3	4	5

EXEMPLES :

Soit à déterminer le débit probable d'une installation de 40 appareils débitant 12 l/s. On lit sur le diagramme le coefficient de simultanéité : 0,13.

Le débit probable est de : 12 x 0,13 = 1,56 l/s.

Pour obtenir le diamètre d'alimentation, on peut utiliser l'abaque de Dariès.



26.4 Évacuation des eaux

26.41 Collecteurs d'appareils

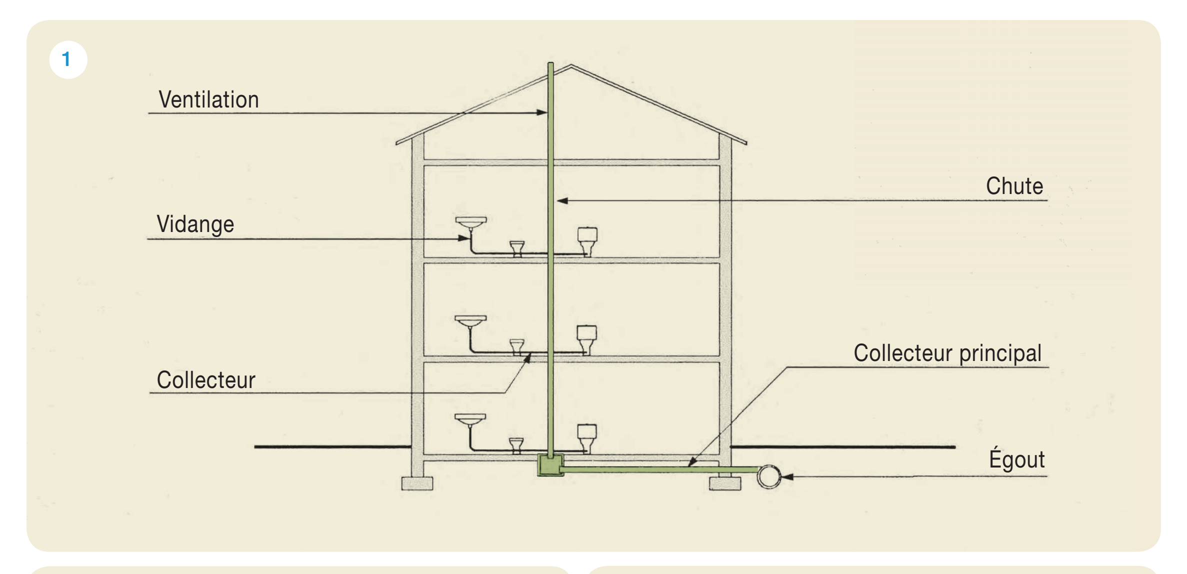
ÉVACUATIONS INDIVIDUELLES			ÉVACUATIONS GROUPÉES		
∅ min des vidanges (pente ⩾ 0,01)			∅ min des collecteurs (pente ⩾ 0,01)		
Appareils	**∅ int. mm**	**Observations**	**Appareils groupés dans le sens de l'écoulement**	**∅ int. mm**	**Observations**
Lavabo, lave-mains, bidet	30			30	
Évier, poste d'eau, douche, urinoir	33			30	
L	33	Si L ⩽ 1 m	Baignoire + lavabo ou bidet ou lave-linge		**2 vidanges séparées**
	38	Si L > 1 m			
Groupe de sécurité L	20	Si L ⩾ 1 m	Baignoire + lavabo ou bidet ou lave-linge		**Choisir le ∅ supérieur à celui de l'appareil le plus important**
	25	Si L < 1 m			
Lave-vaisselle, lave-linge	33		Ordre indifférent		**2 vidanges séparées**
Action siphonique 1 m L	60	sur 1 m		33	
	71	Si L > 1 m			
Chasse directe	80		**NOTA :** Une douche peut être assimilée à une baignoire. Les appareils sont évacués individuellement pour tous les autres cas de regroupement.		

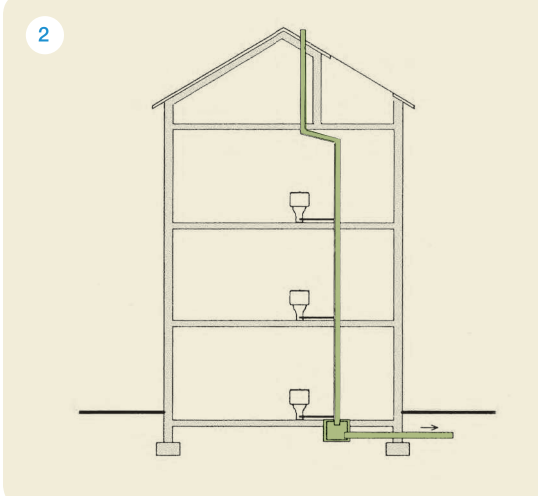
26.42 Chutes d'eau usées

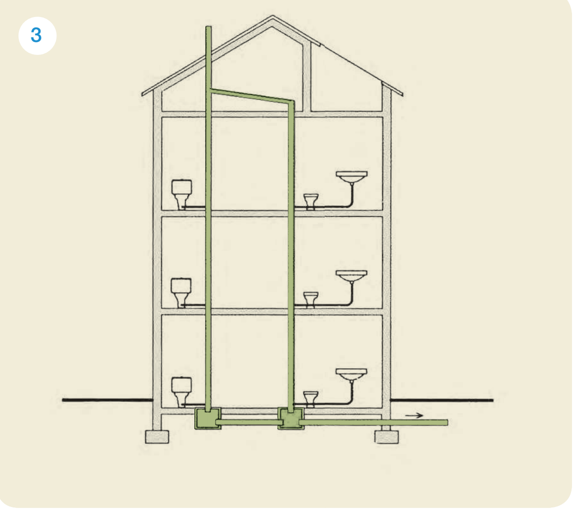
Les diamètres intérieurs des chutes d'eaux usées doivent être constants sur toute la hauteur des colonnes et choisis dans le tableau ci-dessous.

DIAMÈTRES MINIMAUX DES CHUTES		
Appareils	Nombre total d'appareils	Diamètre int. min (mm)
W.-C.	1 ou plusieurs	90
Baignoire, évier, douche, urinoir, bidet, lave-mains, machine à laver	1 à 3 appareils autre que baignoire ou 1 baignoire	50
	4 à 10 appareils incluant 2 baignoires ou plus	65
	⩾ 11 appareils	90

- Les chutes doivent être prolongées en ventilation primaire jusqu'à l'air libre et au-dessus des locaux habités (fig. 1).
- Les ventilations primaires de plusieurs chutes peuvent être regroupées en une seule au-dessus du dernier branchement ; elle aura un diamètre supérieur à celui de la plus grande des ventilations avant regroupement (fig. 3).
- Lorsqu'un obstacle empêche le prolongement de la colonne de ventilation, celle-ci peut être dévoyée. Les parties à allure horizontale auront une pente assurant l'écoulement des condensations (fig. 2).







26.43 Collecteurs principaux

Ils reçoivent les eaux recueillies par les descentes et les renvoient au réseau d'égouts.

26.431 Débit de base des vidanges

Chaque appareil a un débit de base établi par le tableau ci-dessous.

DÉBITS DE BASE DES VIDANGES		
Appareils	Débits	
	l/mm	l/s
Baignoire	72	1,2
Douche	30	0,5
Lavabo	45	0,75
Bidet, lave-mains, appareil avec bonde à grille	30	0,5
Évier	45	0,75
Bac à laver	45	0,75
Urinoir	30	0,5
Urinoir à action siphonique	90	1,5
W.-C. à chasse directe	90	1,5
Machine à laver : - le linge - la vaisselle	 40 25	 0,65 0,4

EXEMPLE :

Soit un collecteur recevant :

Appareils	Nombre	Débits l/s	
		Nominal	Total
W.-C. à chasse directe	3	1,5	4,5
W.-C. à chasse siphonique	4	1,5	6,0
Baignoires	5	1,2	6,0
Douches	2	0,5	1,0
Éviers	6	0,75	4,5
Bidets	3	0,5	1,5
Machine à laver le linge	6	0,65	3,9
Totaux	29		27,4

26.432 Débit probable

Le calcul du débit des collecteurs principaux tient compte de la probabilité des simultanéités de vidange déjà vues au paragraphe 26.32.

EXEMPLE :

En reprenant l'exemple précédent, on lit sur le diagramme, pour 29 appareils, un coefficient de 0,15.

Le débit probable est donc de : 27,4 x 0,15 = 4,11 l/s.

26.433 Calcul du diamètre minimal des collecteurs principaux

Il est différent suivant que le collecteur reçoit ou non les eaux de pluie et donc qu'il les renvoie vers un réseau séparatif ou unitaire.

1° Réseau séparatif

Les débits sont établis, pour des tuyaux à moitié pleins, par le tableau calculé avec la formule de Bazin, page 157.

EXEMPLE :

En reprenant l'exemple précédent et en utilisant des vitesses d'écoulement comprises entre 1 et 2 m/s pour éviter les dépôts solides, on obtient pour une pente de 0,03 un diamètre minimal de 104 mm.

2° Réseau unitaire

On prend en compte les eaux de pluie dans le calcul du diamètre minimal du collecteur sur la base de 3l/min par m^2 de projection horizontale.

Les débits sont établis, pour de tuyaux pleins aux 7/10 sur le tableau, page 158.

EXEMPLE :

Ajoutons à l'exemple précédent une toiture de 100 m^2 de projection horizontale, on a donc un débit de :

4,11 + 100 x 3/60 = 9,11 l/s.

On lit dans le tableau, pour une pente de 0,02, le diamètre minimal du collecteur : 119 mm.

DÉBITS DES TUYAUX DEMI PLEINS RÉSEAU SÉPARATIF

DTU 60-11

Diamètre intérieur mm	Débits en l/s – Pentes				
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
69	0,96	1,36	1,67	1,93	2,15
77	1,31	1,85	2,26	2,61	2,92
84	1,66	2,35	2,88	3,32	3,71
94	2,26	3,20	3,92	4,53	5,06
104	2,99	4,23	5,18	5,98	6,69
119	4,33	6,12	7,50	8,66	9,68
129	5,40	7,64	9,35	10,80	12,07
134	5,99	8,47	10,38	11,98	13,40
153	8,60	12,17	14,90	17,21	19,24
154	8,76	12,38	15,17	17,51	19,58
191	15,72	22,24	27,23	31,45	35,16
203	18,55	26,23	32,12	37,09	41,47
238	28,51	40,31	49,38	57,01	63,74
266	38,47	54,40	66,63	76,94	86,02
300	53,15	75,17	92,06	106,31	118,85
317	61,62	87,15	106,74	123,25	137,80

Vitesses d'écoulement comprises entre 1 et 2 m/s

DÉBITS DES TUYAUX PLEINS AUX 7/10 RÉSEAU UNITAIRE DTU 60-11					
Diamètre intérieur mm	Débits en l/s				
	Pentes				
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
69	1,64	2,32	2,84	3,28	3,67
77	2,22	3,14	3,85	4,44	4,97
84	2,82	3,99	4,89	5,65	6,31
94	3,85	5,44	6,66	7,69	8,60
104	5,07	7,18	8,79	10,15	11,35
119	7,33	10,37	12,70	14,67	16,40
129	9,14	12,92	15,83	18,28	20,44
134	10,14	14,34	17,56	20,27	22,67
153	14,54	20,56	25,18	29,07	32,50
154	14,80	20,92	25,63	29,59	33,08
191	26,50	37,48	45,91	53,01	59,27
203	31,24	44,18	54,11	62,49	69,86
238	47,95	67,81	83,05	95,90	107,21
266	64,63	91,40	111,95	129,27	144,52
300	89,20	126,15	154,50	178,40	199,45
317	103,36	146,17	179,02	206,72	231,12
Vitesses d'écoulement comprises entre 1 et 2 m/s					

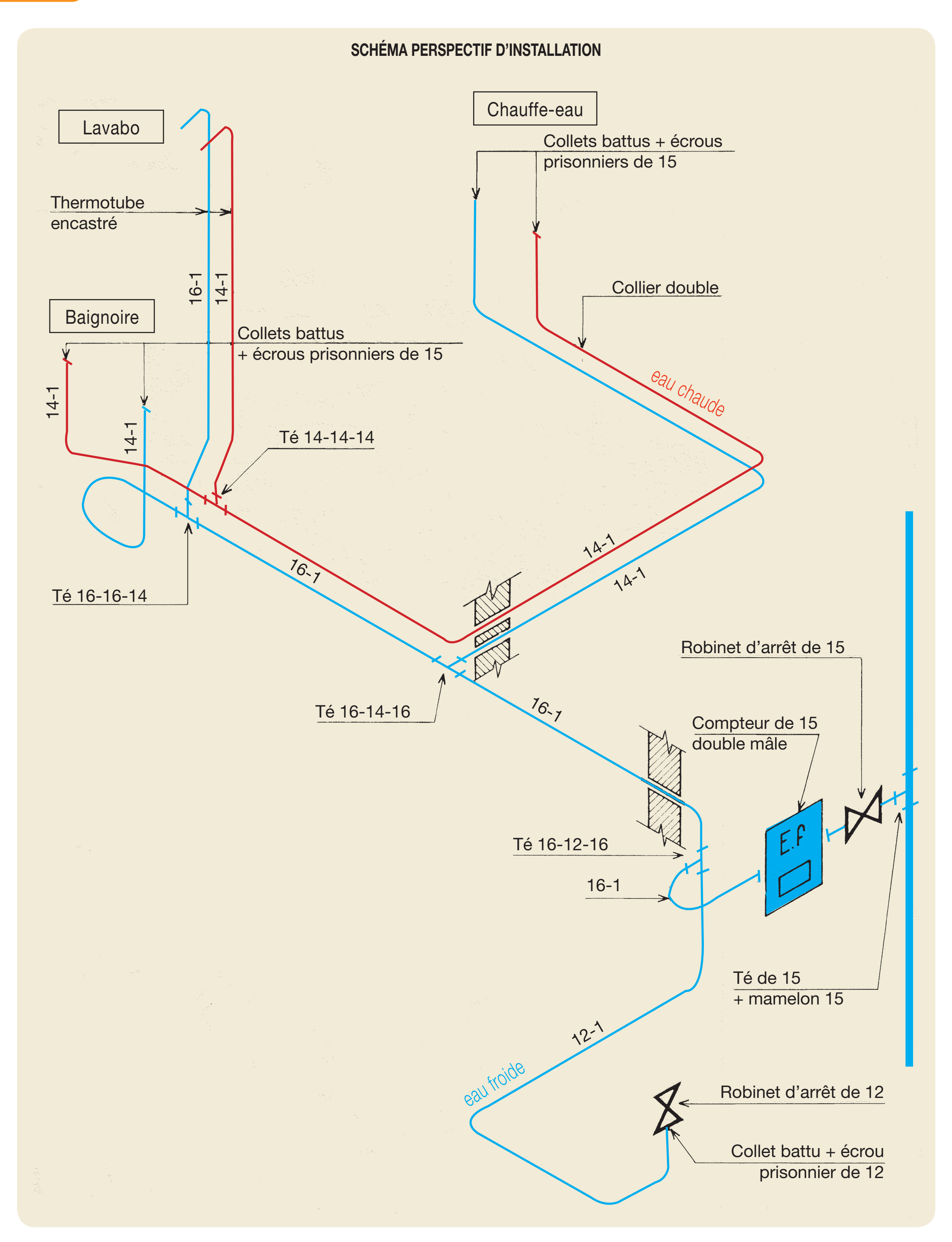
26.5 Symboles utilisés pour les dessins

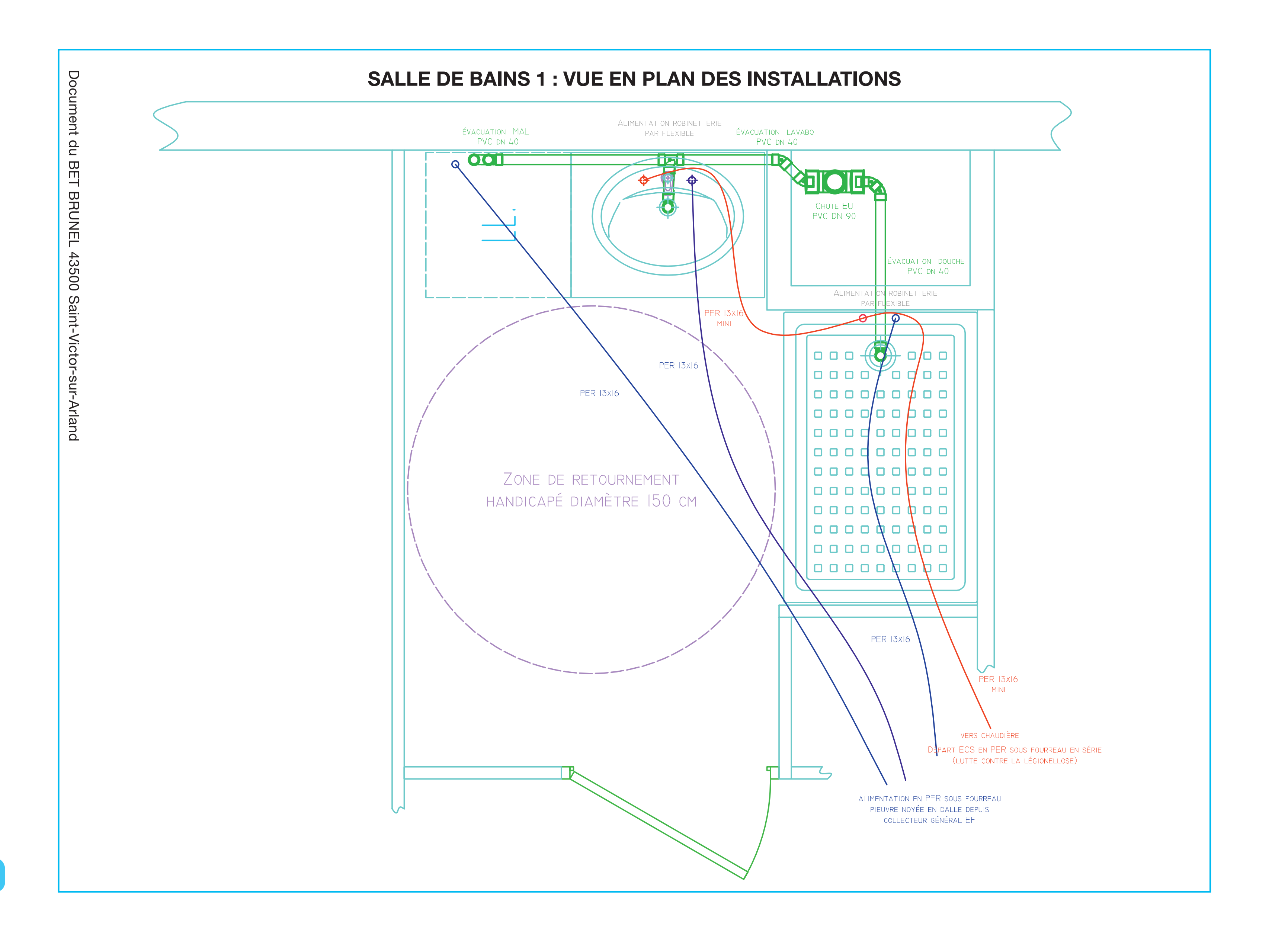
CANALISATIONS			
Canalisation	**Symbole**	**Raccordement**	**Symbole**
Vue		Par filetage	
Cachée		Par bride	
En avant du plan de coupe		Par soudure	
En avant du plan de coupe et en comble		Par emboîture	
Croisement sans mélange		Par manchon	
Croisement avec mélange		Raccord union	
Support à libre dilatation		Bouchon mâle	
Support à point fixe		Bouchon femelle	
Canalisation d'alimentation		Réduction	
Canalisation de retour		Coude	
Sens pente		Té	

Symboles pour robinetterie				
Désignation	**A soupape**	**A vanne**	**A tournant droit**	**A papillon**
Symbole généraux				
Commande à main				
Commande à distance				
Commande électrique par moteur	M	M	M	M
Commande par fluide				
Commande par vérin				
Commande par flotteur				

Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Robinet d'équerre		Robinet d'équilibrage droit	
Robinet à tournant d'équerre		Robinet de puisage fixe	f c
Robinet à tournant trois voies (deux lumières)		Robinet de puisage orientable	f c
Robinet à tournant trois voies (trois lumières)		Robinet mélangeur	
Robinet à trois voies		Douche	
Robinet d'équilibrage d'équerre		Soupape de sécurité	

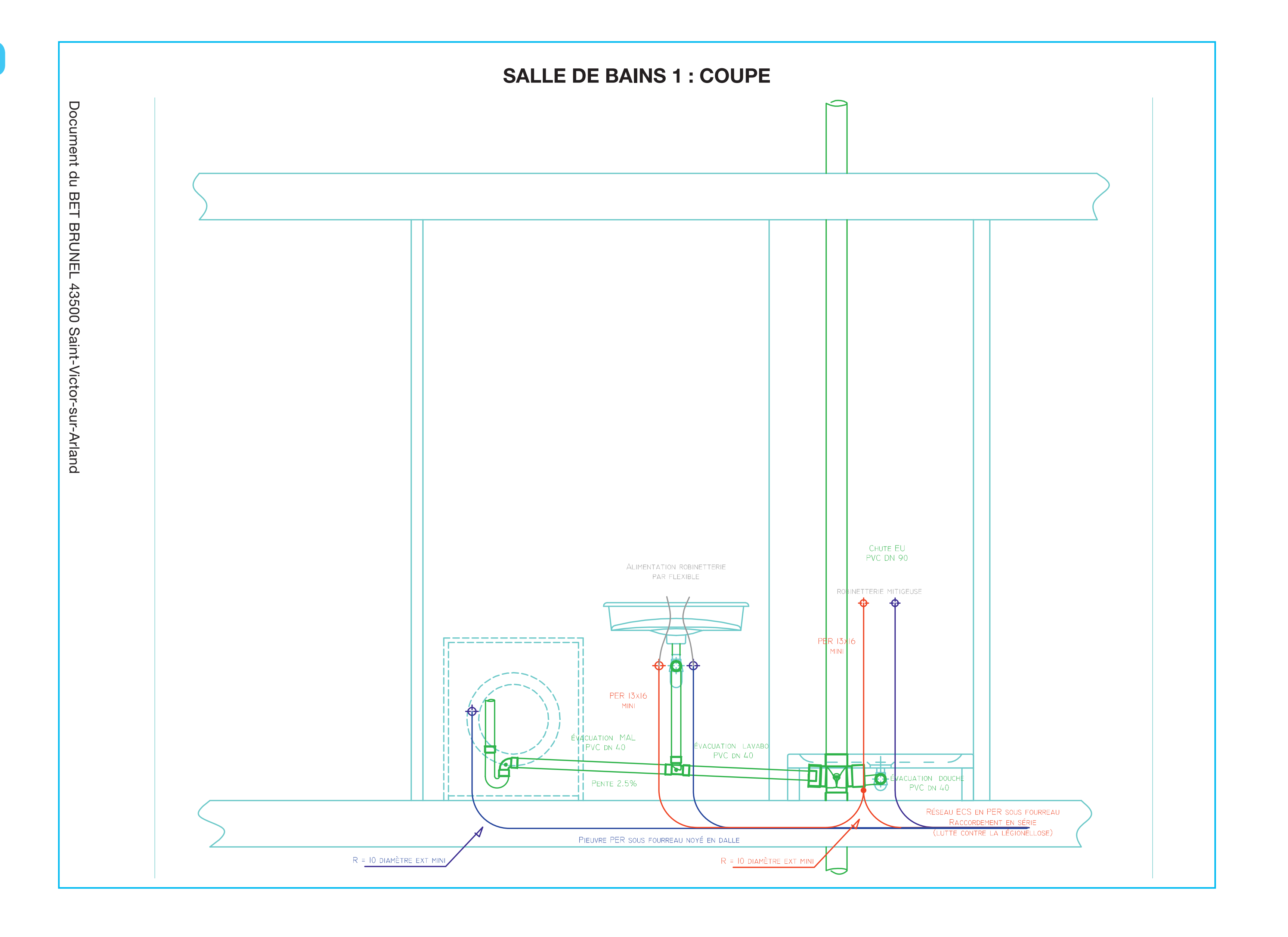
26.6 Dessins de plomberie





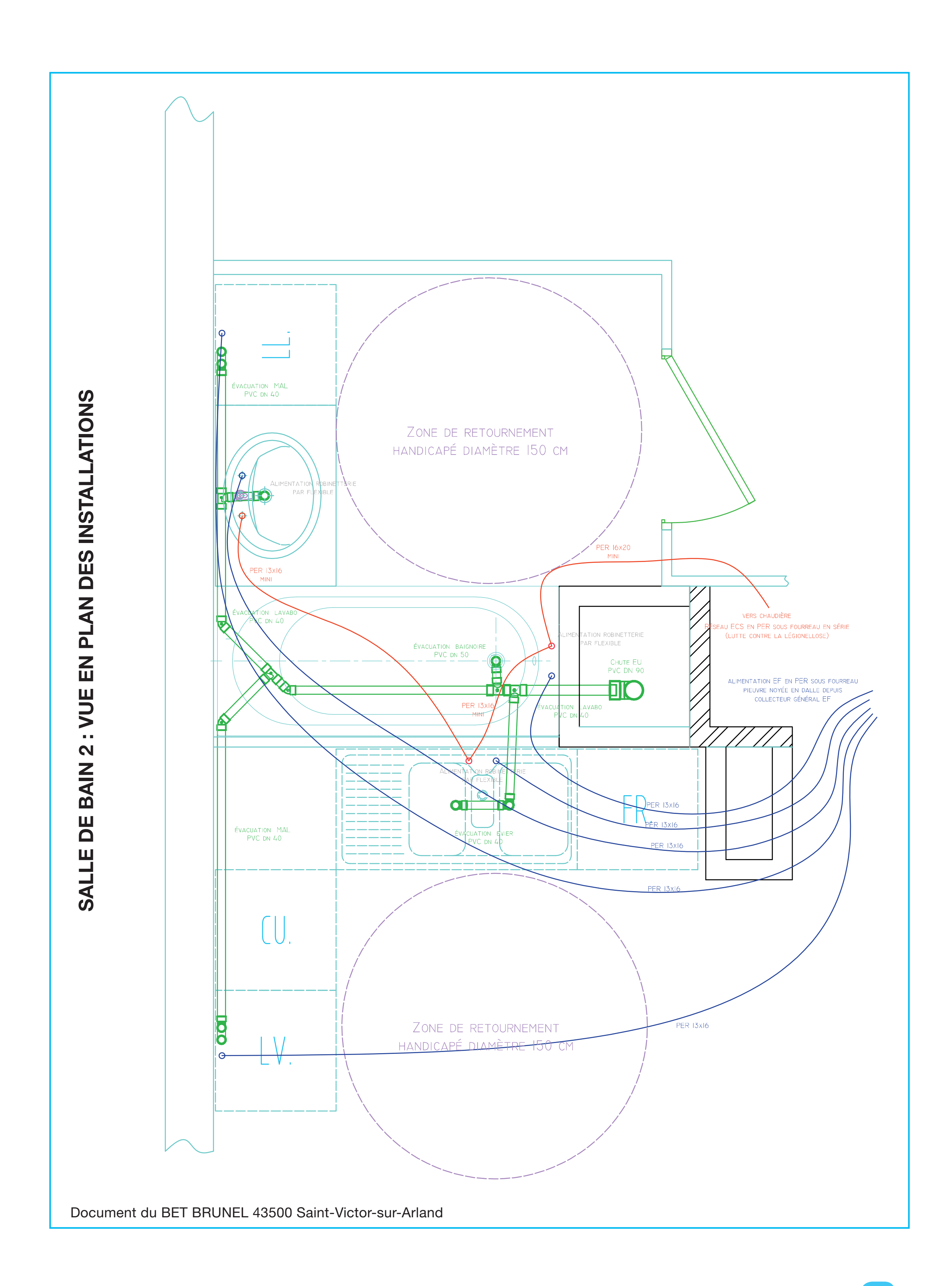
Document du BET BRUNEL 43500 Saint-Victor-sur-Arland

SALLE DE BAINS 1 : COUPE



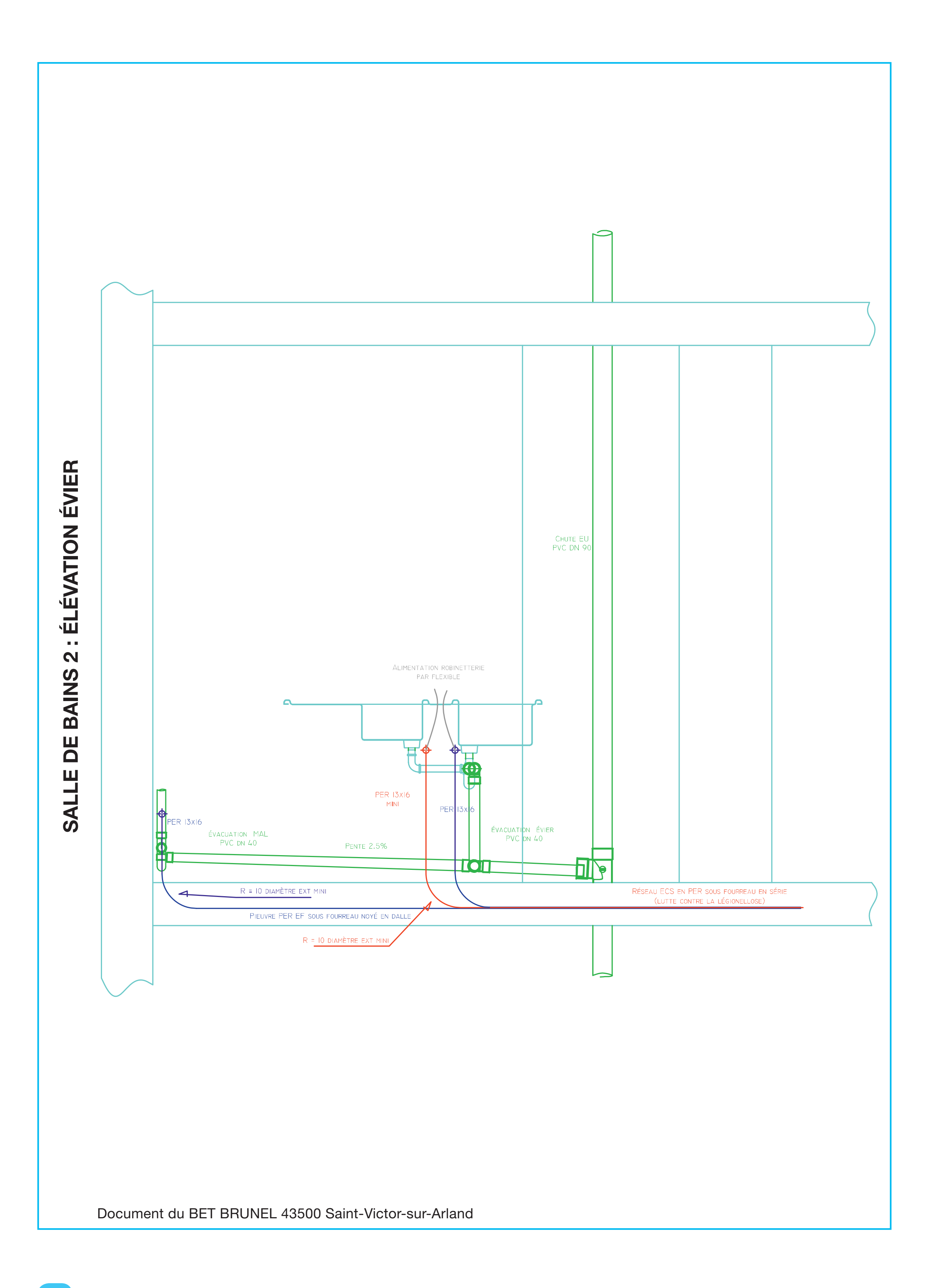
Document du BET BRUNEL 43500 Saint-Victor-sur-Arland

SALLE DE BAIN 2 : VUE EN PLAN DES INSTALLATIONS

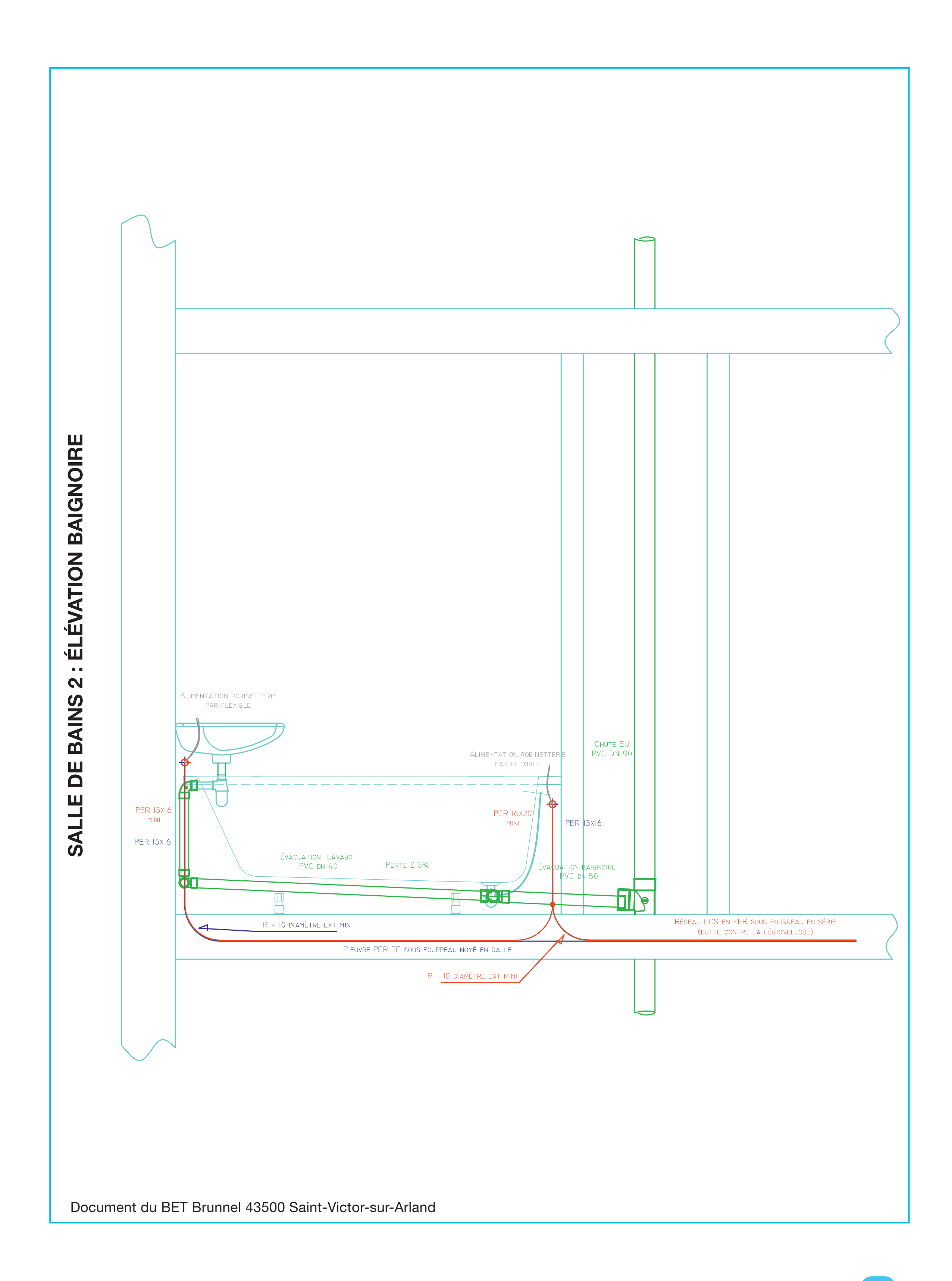


Document du BET BRUNEL 43500 Saint-Victor-sur-Arland

SALLE DE BAINS 2 : ÉLÉVATION ÉVIER



Document du BET BRUNEL 43500 Saint-Victor-sur-Arland



Document du BET Brunnel 43500 Saint-Victor-sur-Arland

W.C. VUE EN PLAN DES INSTALLATIONS

ÉVACUATION CONDENSATS
CHAUDIÈRE PVC DN 32

CHUTE EU
PVC DN 90

ALIMENTATION COLLECTEUR
CHAUFFAGE EN PER SOUS
FOURREAU (PIEUVRE)

CHAUDIÈRE 23 KW

CHUTE EV
PVC DN 100

DÉPART ECS EN PER SOUS FOURREAU
(DIAMÈTRE SELON DISPOSITION) EN SÉRIE
(LUTTE CONTRE LA LÉGIONELLOSE)

ALIMENTATION EF CHAUDIÈRE PER SOUS
FOURREAU DN XX
FONCTION DE LA PUISSANCE

ALIMENTATION ROBINETTERIE
WC DIRECTE

ZONE DE DEPLACEMENT
HANDICAPÉ 80 X 130 CM

ÉVACUATION LAVABO
PVC DN 40

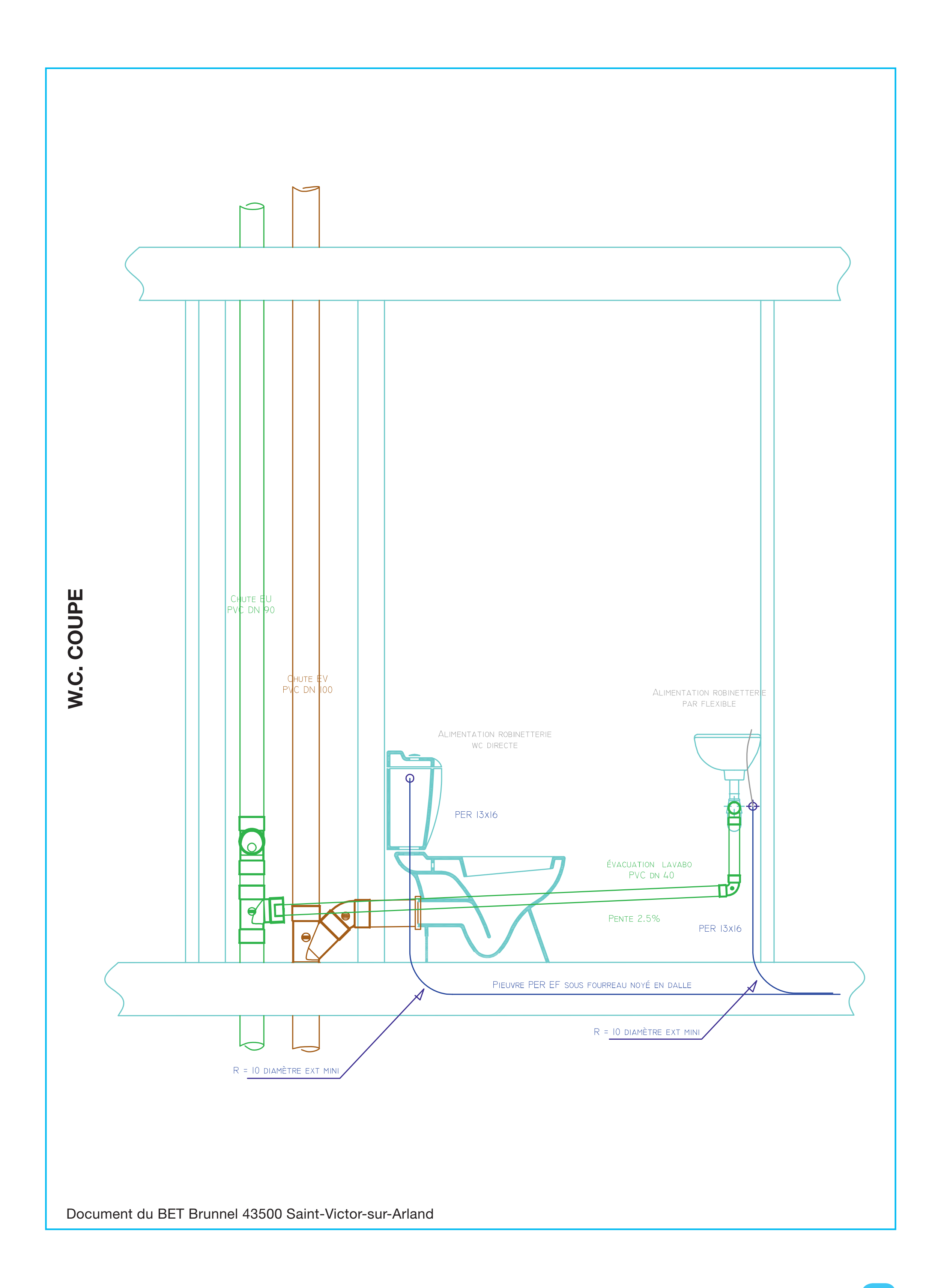
ALIMENTATION ROBINETTERIE
PAR FLEXIBLE

PER 13x16

ALIMENTATION EN PER SOUS FOURREAU
PIEUVRE NOYÉE EN DALLE DEPUIS
COLLECTEUR GÉNÉRAL EF

PER 13x16

Document du BET BRUNEL 43500 Saint-Victor-sur-Arland


W.C. COUPE
Chute EU
PVC DN 90
Chute EV
PVC DN 100
Alimentation robinetterie
WC directe
Alimentation robinetterie
par flexible
PER 13x16
Évacuation lavabo
PVC DN 40
Pente 2.5%
PER 13x16
Pieuvre PER EF sous fourreau noyé en dalle
R = 10 diamètre ext mini
R = 10 diamètre ext mini
Document du BET Brunnel 43500 Saint-Victor-sur-Arland

TUYAUX EN ACIER

Série	Ancienne appellation	∅ extérieur mm	Épaisseur mm	Section intérieure cm²	Masse métrique kg/m
Légère NF A 49-140 et 145	8-13	13,5	2	0,709	0,567
	12-17	17,2	2	1,368	0,750
	15-21	21,3	2,3	2,19	1,08
	20-27	26,9	2,3	3,90	1,40
	26-34	33,7	2,9	6,11	2,20
	33-42	42,4	2,9	10,52	2,82
	40-49	48,3	2,9	14,19	3,25
	50-60	60,3	3,2	22,82	4,51
	66-76	76,1	3,2	38,15	5,75
	80-90	88,9	3,2	53,46	6,76
	102-114	114,3	3,6	89,95	9,63
	127-140	139,7	4,5	134,57	15,00
Moyenne NF A 49-140 et 145		13,5	2,3	0,62	0,635
		17,2	2,3	1,25	0,845
		21,3	2,6	2,03	1,20
		26,9	2,6	3,70	1,56
		33,7	3,2	5,85	2,41
		42,4	3,2	10,18	3,09
		48,3	3,2	13,79	3,56
		60,3	3,6	22,14	5,03
		76,1	3,6	37,28	6,44
		88,9	4,0	51,40	8,38
		114,3	4,5	86,60	12,20
		139,7	4,5	134,50	15,00
Forte NF A 49-140 et 145		13,5	2,9	0,47	0,758
		17,2	2,9	1,02	1,02
		21,3	3,2	1,74	1,43
		26,9	3,2	3,30	1,87
		33,7	4,0	5,19	2,93
		42,4	4,0	9,29	3,75
		48,3	4,0	12,76	4,37
		60,3	4,5	20,67	6,19
		76,1	4,5	35,36	7,95
		88,9	4,9	49,14	10,0
		114,3	5,4	83,6	14,50
		139,7	5,4	130,5	17,90

Série	Ancienne appellation	∅ extérieur mm	Épaisseur mm	Section intérieure cm²	Masse métrique kg/m
Moyenne sans soudure NF A 49-110 A 49-115	8-13	13,5	2,3	0,62	0,65
	12-17	17,2	2,3	1,25	0,852
	15-21	21,3	2,6	2,04	1,22
	20-27	26,9	2,6	3,70	1,58
	26-34	33,7	3,2	5,85	2,44
	33-42	42,4	3,2	10,18	3,14
	40-49	48,3	3,2	13,79	3,61
	50-60	60,3	3,6	22,14	5,10
	66-76	76,1	3,6	37,28	6,51
	80-90	88,9	4,0	51,40	8,47
	102-114	114,3	4,5	87,10	12,10
	127-140	139,7	4,5	133,80	15,00
Moyenne sans soudure non filetable NF A 49-111		26,9	2,3	3,91	1,41
		33,7	2,3	6,65	1,79
		42,4	2,6	10,85	2,57
		48,3	2,6	14,58	2,95
		60,3	2,9	23,32	4,14
		76,1	2,9	38,81	5,28
		88,9	3,2	53,45	6,81
		101,6	3,6	69,98	8,76
		114,3	3,6	89,92	9,90
		139,7	4,0	136,84	13,50
		168,3	4,5	198,55	18,10
		193,7	5,4	263,02	25,00
		219,1	5,9	336,53	31,00
		244,5	6,3	422,73	37,10
		273,0	6,3	530,92	41,60
		323,9	7,1	754,76	55,60
		355,6	8,0	907,92	68,30
		406,4	8,8	1188,47	85,90

TUYAUX EN FONTE									
Série	∅ nominal mm	Épaisseur mm	Masse métrique kg/m	Longueur de vente en m	Série	∅ nominal mm	Épaisseur mm	Masse métrique kg/m	Longueur de vente en m
«-EX-» cylindrique à bouts lisses NF A 48-607	60	6,8	10,7	3,00	«-EX-» à emboîtement joint comprimé NF A 48-606	60	6,8	11,7	4,00 et 6,00
	80	7,2	14,7	3,00		80	7,2	16,0	4,5 et 6,00
	100	7,5	18,6	3,00		100	7,5	25,0	5 et 6,00
	125	7,9	24,2	4,00		125	7,9	26,0	6,00
	150	8,3	30,1	4,00		150	8,3	31,0	6,00
	175	8,8	37,0	4,00		175	8,8	40,0	6,00
	200	9,2	44,0	5,00		200	9,2	47,0	6,00
	250	10,0	59,3	2,00		250	10,0	63,0	6,00
	300	10,8	76,5	5,00 et 6,00		300	10,8	81,0	6,00
	350	11,7	96,3	5,00 et 6,00		350	11,7	102,0	6,00
	400	12,5	116,9	6,00		400	12,5	125,0	6,00
	500	14,2	165,2	6,00		500	14,2	176,0	6,00
	600	15,8	219,8	6,00		600	15,8	235,0	6,00
«-EX GS-» à emboîtement joint comprimé NF A 48-806	40	5,9	6,9	4,00	«-STANDARD-» à emboîtement joint coulé NF A 48-554	60	6,8	11,4	4,00 et 6,00
	50	6,0	8,5	4,00		80	7,2	15,6	4,5 et 6,00
	60	6,0	9,8	6,00		100	7,5	19,8	5,00 et 6,00
	80	6,0	12,8	6,00		125	7,9	25,7	6,00
	100	6,1	15,9	6,00		150	8,3	32,0	6,00
	125	6,2	19,8	6,00		175	8,8	39,3	6,00
	150	6,3	24,0	6,00		200	9,2	46,8	6,00
	200	6,4	32,4	6,00		250	10,0	63,2	6,00
	250	6,8	42,5	6,00		300	10,8	81,5	6,00
	300	7,2	54,0	6,00		350	11,7	102,5	6,00
	350	7,7	67,0	6,00		400	12,5	124,7	6,00
	400	8,1	80,0	6,00		500	14,2	176,2	6,00
	500	9,0	112,0	6,00		600	15,8	234,7	6,00
	600	9,9	146,0	6,00 et 7,00		700	17,5	302,7	6,00
	700	10,8	186,0	6,00 et 7,00		800	19,2	379,6	6,00 et 7,00
	800	11,7	230,0	6,00 et 7,00		900	20,8	462,2	6,00 et 7,00
	900	12,6	280,0	6,00 et 7,00		1-000	22,5	555,3	6,00 et 7,00
	1000	13,5	355,0	6,00 et 7,00					

TUYAUX EN CUIVRE NF A 68-204

Dans chaque case : Section intérieure en cm² (en haut à gauche) / Masse métrique en kg/m (en bas à droite)

⌀ extérieur mm	Épaisseurs en mm							
	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0
8	0,321 / 0,161	0,282 / 0,196	0,846 / 0,228	0,181 / 0,286	0,126 / 0,336			
10	0,554 / 0,206	0,502 / 0,252	0,453 / 0,295	0,363 / 0,376	0,282 / 0,447	0,196 / 0,524		
12	0,849 / 0,251	0,785 / 0,308	0,723 / 0,362	0,608 / 0,465	0,502 / 0,559	0,384 / 0,664		
14	1,207 / 0,295	1,13 / 0,363	1,05 / 0,429	0,916 / 0,555	0,785 / 0,671	0,636 / 0,803	0,502 / 0,923	
16	1,62 / 0,340	1,53 / 0,419	1,45 / 0,496	1,28 / 0,644	1,13 / 0,782	0,950 / 0,944	0,785 / 1,090	
18	2,11 / 0,385	2,01 / 0,475	1,91 / 0,564	1,72 / 0,734	1,54 / 0,895	1,32 / 1,083	1,13 / 1,258	Section intérieure en cm² / Masse métrique en kg/m
20	2,65 / 0,429	2,54 / 0,531	2,43 / 0,631	2,21 / 0,823	2,01 / 1,01	1,76 / 1,223	1,53 / 1,426	1,13 / 1,789
22	3,27 / 0,474	3,14 / 0,587	3,01 / 0,698	2,77 / 0,913	2,54 / 1,118	2,26 / 1,363	2,01 / 1,594	1,53 / 2,013
25	4,30 / 0,541	4,15 / 0,671	4,01 / 0,799	3,73 / 1,047	3,46 / 1,286	3,14 / 1,573	2,83 / 1,845	2,26 / 2,349
28	5,47 / 0,608	5,30 / 0,755	5,14 / 0,899	4,83 / 1,181	4,52 / 1,454	4,15 / 1,782	3,80 / 2,097	3,14 / 2,684
30	6,33 / 0,653	6,15 / 0,811	5,98 / 0,966	5,64 / 1,271	5,30 / 1,566	4,90 / 1,922	4,52 / 2,265	3,80 / 2,908
32	7,25 / 0,698	7,06 / 0,867	6,88 / 1,033	6,51 / 1,360	6,15 / 1,678	5,72 / 2,062	5,30 / 2,433	4,52 / 3,132
36	9,29 / 0,787	9,07 / 0,979	8,86 / 1,168	8,44 / 1,539	8,04 / 1,901	7,54 / 2,342	7,06 / 2,768	6,15 / 3,579
40	11,58 / 0,877	11,34 / 1,090	11,10 / 1,302	10,63 / 1,718	10,17 / 2,125	9,62 / 2,621	9,07 / 3,104	8,04 / 4,026
45	14,79 / 0,989	14,52 / 1,230	14,25 / 1,470	1,372 / 1,942	13,20 / 2,405	12,56 / 2,971	11,94 / 3,523	10,75 / 4,585
48	16,90 / 1,056	16,61 / 1,314	16,33 / 1,570	1,576 / 2,076	15,20 / 2,572	14,52 / 3,180	13,85 / 3,775	12,56 / 4,921
50			17,79 / 1,637	17,20 / 2,165	16,61 / 2,684	15,90 / 3,320	15,20 / 3,942	13,85 / 5,145
63			28,84 / 2,074	28,08 / 2,747	27,33 / 3,411	26,42 / 4,229	25,51 / 5,033	23,75 / 6,599

TUYAUX EN PVC (NF T 54-002)

Série	∅ extérieur (mm)	Épaisseur (mm)	Section intérieure (cm^2)	Masse métrique (kg/m)	Série	∅ extérieur (mm)	Épaisseur (mm)	Section intérieure (cm^2)	Masse métrique (kg/m)
E.U. et E.V.	32	3,2	31,50	0,411	Pression (série 4)	12	1,4	11,78	0,066
	40	3,2	39,50	0,525		16	1,8	15,72	0,114
	63	3,2	62,50	0,854		25	2,8	24,56	0,277
	75	3,2	74,50	1,025		32	3,6	31,43	0,456
	90	3,2	89,50	1,239		40	4,5	39,29	0,713
	100	3,2	99,50	1,382		50	5,6	49,12	1,109
	110	3,2	109,50	1,525		63	7,1	61,89	1,771
	125	3,2	124,50	1,739	Pression (série 6)	75	5,5	74,14	1,705
	140	3,2	139,50	1,953		90	6,6	88,96	2,456
	160	3,8	159,40	2,648		110	8,1	108,73	3,683
	200	4,7	199,26	4,095		125	9,2	123,56	4,753
E.P.	63	2	62,69	0,544		140	10,3	138,38	5,960
	75	2	74,69	0,651		160	11,8	158,15	7,802
	80	2	79,69	0,696		200	13	197,96	10,846
	100	2	99,69	0,874		225	15	222,65	14,054
	125	2	124,69	1,098		250	17	247,33	17,673

TUYAUX EN BÉTON

Catég.	∅ intérieur (mm)	Section (cm^2)	Épaisseur (mm)	Masse métrique (kg/m)	Catég.	∅ intérieur (mm)	Section (cm^2)	Épaisseur (mm)	Masse métrique (kg/m)
Béton armé 60 A NF P 16-341	250	490,87	34	76	Béton non armé NF P 16-341	150	176,71	24	32
	300	706,85	37	98		200	314,15	26	45
	400	1 256	43	150		250	490,87	30	64
	500	1 963	50	216		300	706,85	36	91
	600	2 827	56	288		400	1 256	42	140
	800	5 026	68	464		500	1 963	50	207
	1 000	7 853	80	680		600	2 827	60	300
	1 200	11 309	92	933		800	5 026	80	530
	1 500	17 671	113	1 130		900	6 362	90	670
	1 800	25 446	130	1 970		1 000	7 853	100	830

TUYAUX EN ZINC							
Ø intérieur mm	Section cm²	Épaisseur mm	Masse métrique kg/m	Ø intérieur mm	Section cm²	Épaisseur mm	Masse métrique kg/m
40	12,56	0,60	0,625	120	113,09	0,80	2,025
60	28,27	0,60	0,875	140	153,93	0,80	2,600
75	44,17	0,65	1,180	160	201,06	0,80	3,005
80	50,26	0,65	1,255	180	154,46	0,80	3,350
100	78,53	0,70	1,570	200	314,15	0,80	3,725

TUYAUX EN FIBRES-CIMENT									
Série	Ø intérieur mm	Section cm²	Épaisseur mm	Masse métrique kg/m	Série	Ø intérieur mm	Section cm²	Épaisseur mm	Masse métrique kg/m
Pression	125	122,71	10	10	Bâtiment (non enterré)	40	12,56	6	1,8
	150	176,71	12	14,4		50	19,63	7	2,7
	200	314,15	14	22,8		60	28,27	7	3,2
	250	490,87	15	30,0		80	50,26	7	4,1
	300	706	17	40,0		100	78,53	7,5	5,4
	400	1 256	23	70,0		125	122,71	8	7,1
	500	1 963	29	105,0		150	176,71	8	8,4
	600	2 827	34	150,0		175	240,52	8	9,8
	700	3 848	40	196,0		200	314,15	9	12,6
Assainissement	125	122,71	8	7		250	490,87	11	19,1
	150	176,71	8	8,5		300	706	11,5	24,1
	200	314,15	9	12,5		350	962	12	28,0
	250	490,87	11	19		400	1 256	13	34,8
	300	706	13	27,5		450	1 590	14	43,1
	400	1 256	16	44,5		500	1 963	15	50,2
	500	1 963	20	69,5		600	2 827	16	64,2
	600	2 827	24	99,5		700	3 848	18	74,3
	700	3 848	28	135,5		800	5 026	20	107,2
	800	5 026	32	177,5					

TUBES EN P.E.R. (Polyéthylène réticulé)											
Désignation	ext. (mm)	Ep. (mm)	Masse (kg/m)	Volume (l/m)	Couronne (m)	Désignation	ext. (mm)	Ep. (mm)	Masse (kg/m)	Volume (l/m)	Couronne (m)
8 x 1	8	1	0,033	0,028	100 140	20 x 1,9	20	1,9	0,1	0,206	100 140
12 x 1,1	12	1,1	0,046	0,075	100	25 x 2,3	25	2,3	0,152	0,327	50
					140	32 x 2,9	32	2,9	0,246	0,359	50
16 x 1,5	16	1,5	0,063	0,133	100 140	40 x 3,7	40	307	0,42	0,835	50

27 Chauffage

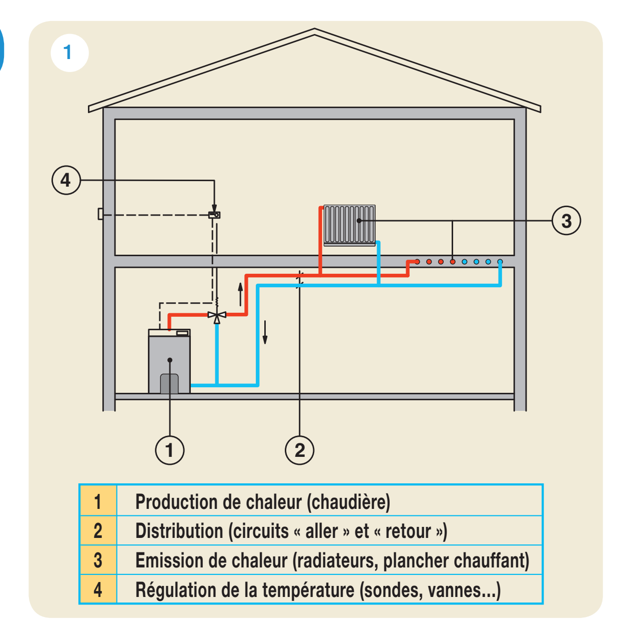
Ce chapitre traite des installations de chauffage à eau chaude avec émission par radiateurs et planchers chauffants.

27.1 Principe des installations

Le dessin ci-contre (fig. 1) présente le schéma de principe et les grandes fonctions assurées par une installation de chauffage à eau chaude à savoir :

1 La production de la chaleur.
2 La distribution de l'eau chaude.
3 L'émission de chaleur.
4 La régulation de l'installation.

La figure 2 ci-dessous, présente le schéma type d'une installation avec ses différents organes qui seront détaillés dans la suite de ce chapitre.



1	Production de chaleur (chaudière)
2	Distribution (circuits « aller » et « retour »)
3	Emission de chaleur (radiateurs, plancher chauffant)
4	Régulation de la température (sondes, vannes...)

2

1	Chaudière de sol	7	Circuit « aller »	13	Circuit « retour »
2	Brûleur	8	Tableau de régulation	14	Clapet anti-retour
3	Soupape de sécurité	9	Vanne mélangeuse	15	Remplissage de l'installation
4	Manomètre (souvent groupé avec 3)	10	Circulateur (ou pompe)	16	Vase d'expansion
5	Vanne d'isolement chaudière	11	Sonde de température	17	Vidange de l'installation
6	Purgeur d'air (ou bouteille de purge)	12	Radiateur (corps de chauffe)	18	Pressostat

27.2 La production de chaleur

27.21 Les chaudières murales

- Utilisées pour les installations individuelles elles sont généralement placées dans le logement.
- Elles sont alimentées au gaz de ville ou au propane.
- Elles incorporent le circulateur et le vase d'expansion et assurent la production d'eau sanitaire (ECS).
- Les puissances varient de 10 à 40 kW.

27.22 Les chaudières de sol (fig. 1)

- Pour les installations individuelles et collectives.
- Elles sont placées en chaufferie et peuvent être alimentées au bois, au charbon, au fioul et au gaz.
- Elles peuvent ou non assurer la production ECS.
- Les puissances varient de 16 à 2500 kW.

27.3 La distribution

Les caractéristiques du réseau sont les suivantes-:

- Temp. de l'eau en sortie de chaudière : 50 à 90 °C.
- Pression dans le réseau : 0,2 à 0,4 MPa (2 à 4 bars).
- Chute de temp. entre l'aller et le retour : 10 à 20 °C.
- Débit dans le réseau : 0,15 à 2 litres par seconde.

Ces caractéristiques sont assurées par-:

Le circulateur

Placé sur le circuit “aller”, il assure le débit nécessaire dans les canalisations.

La purge d'air

C'est un dispositif automatique qui permet d'évacuer l'air lors du remplissage de l'installation.

Le vase d'expansion (fig. 2)

C'est un récipient comportant une membrane maintenue sous pression par de l'azote. Il est placé sur le circuit “retour” et assure 2 fonctions :

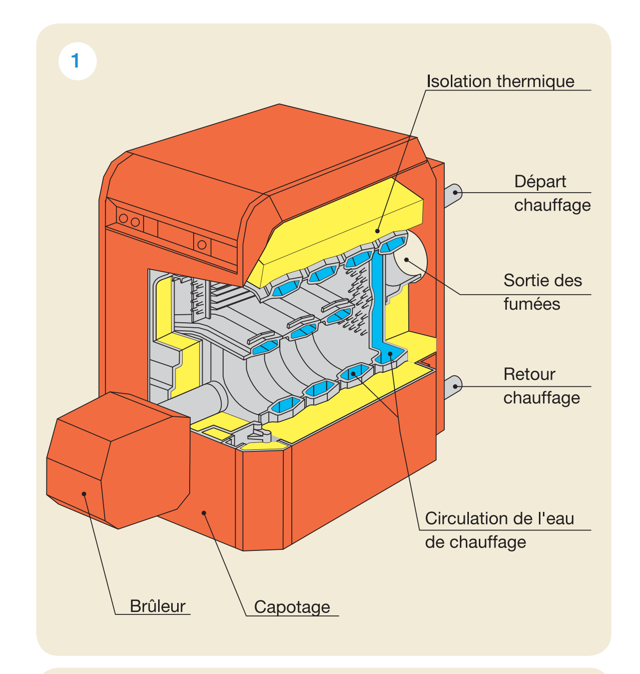
- Contenir l'augmentation du volume d'eau lors de son élévation de température.
- Maintenir dans le réseau la pression nécessaire à une bonne irrigation de tous les radiateurs.

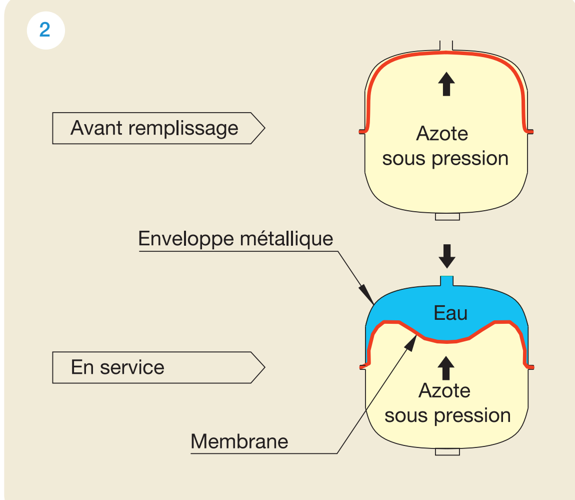
Les canalisations

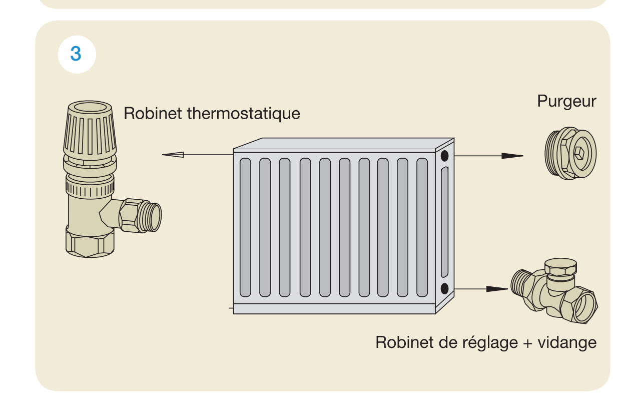
- Le tube acier (p.170) pour les grosses installations.
- Le tube cuivre (p.172) installations individuelles.
- Le P.E.R. (Polyéthylène réticulé) pour tous types d'installations (p.174).

27.4 Les radiateurs

- Ils existent en fonte et en acier.
- L'arrivée d'eau se fait en principe au plus près de la chaudière.
- La figure 3 montre les équipements d'un radiateur. Le robinet thermostatique n'est pas indispensable.







27.5 La régulation

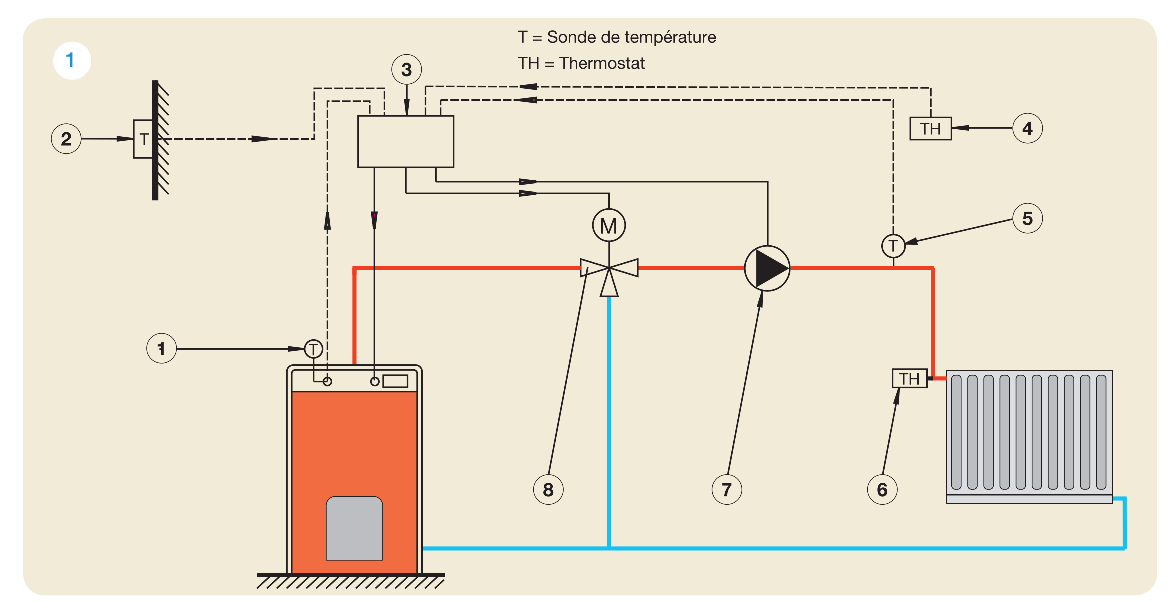
L'objectif de la régulation est de procurer un confort maximum pour un coût minimum en énergie. Pour ce faire, une régulation doit pouvoir :

- **mesurer les températures** (sondes extérieure, intérieure, réseau...) ;
- **traiter ces informations** (tableau de régulation) ;
- **piloter les organes de l'installation** (chaudière, vannes mélangeuses, circulateurs).

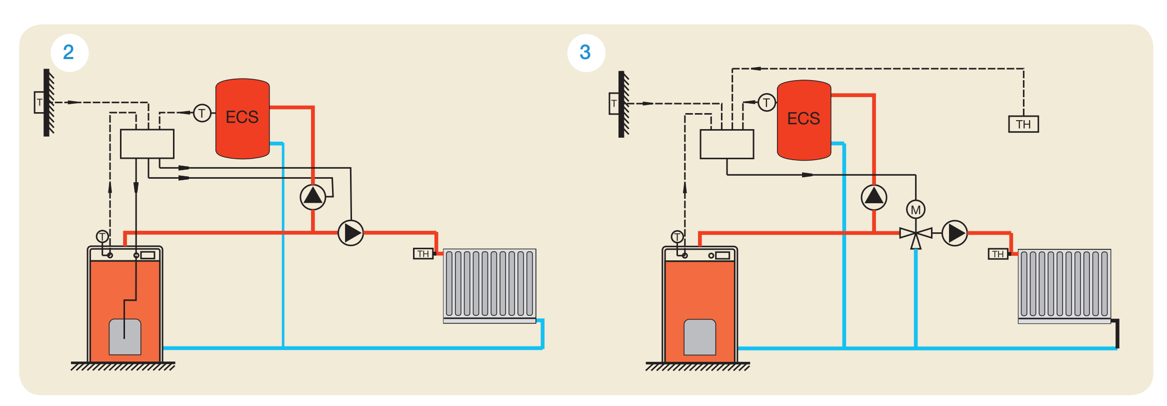
La figure 1 montre l'organisation d'un système de régulation sur une installation de chauffage.

Les figures 2 et 3 ci-dessous et figure 1 page suivante illustrent différentes options de régulation allant du plus simple au plus sophistiqué (plus de points de mesures, plus d'organes à piloter).

- Les robinets thermostatiques ne sont pas pilotés par la régulation, mais par l'utilisateur.
- Ne pas installer de robinet thermostatique dans la pièce où se trouve le thermostat d'ambiance.

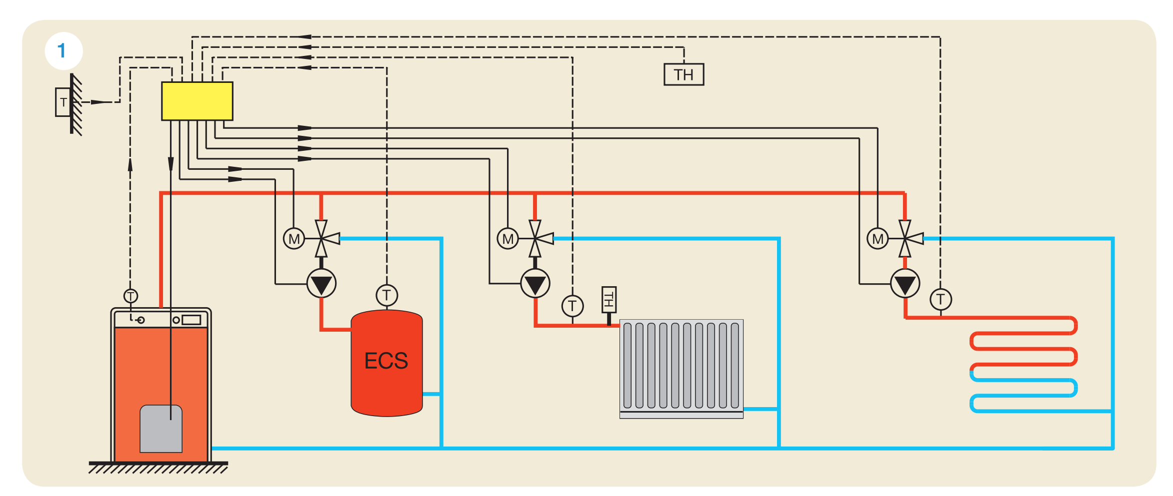


1	Sonde de la chaudière	5	Sonde de température du réseau
2	Sonde de la température extérieure	6	Robinet thermostatique
3	Tableau de commande de la régulation	7	Circulateur
4	Thermostat d'ambiance intérieure	8	Vanne mélangeuse 3 voies motorisée



Mesures : Températures extérieure, chaudière et ECS.
Pilotage : Brûleur.
NOTA : La température chaudière est variable.

Mesures : Températures extérieure, intérieure, chaudière et ECS.
Pilotage : Vanne mélangeuse.
NOTA : La température chaudière est constante.



Mesures : Températures extérieure, intérieure, chaudière, ECS, réseaux radiateurs et plancher chauffant.
Pilotage : Brûleur, vannes mélangeuses et circulateurs.
NOTA : La température chaudière est variable.

27.6 Les planchers chauffants

(DTU 65-8)

Principe

- L'émetteur est une dalle flottante chauffée par un réseau de tubes en P.E.R. à l'intérieur duquel circule de l'eau à “basse température”.
- Ce système est généralement couplé avec des radiateurs qui assurent l'appoint en cas de besoin.
- Couplé à un générateur d'eau glacée ou à un générateur thermodynamique (pompe à chaleur), ce système peut assurer une climatisation d'été. Il est alors appelé "réversible".

Températures

- Température superficielle de la dalle 28 °C (recommandé 24°C).
- Température de l'eau 50 °C ; un dispositif limite cette température à 65 °C (thermostat de surchauffe).

Dalle flottante (fig. 2)

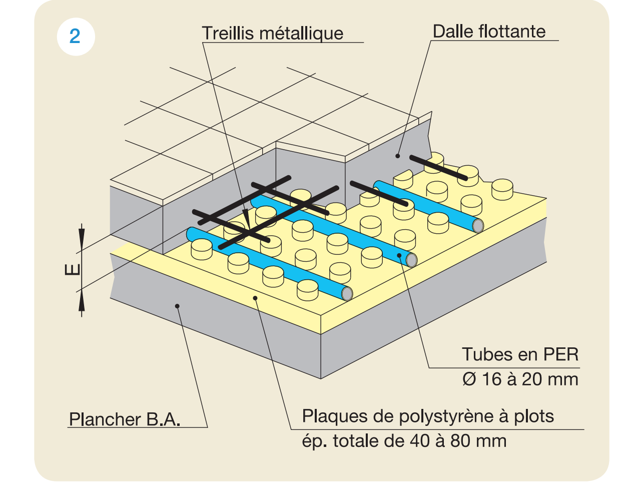
- C'est une dalle coulée sur isolant et dosée à 350 kg de CEM IIB 42.5 par m3. Ep. maxi. environ 70 mm.
- L'enrobage supérieur minimal E des tubes est de 30 mm pour une dalle non fractionnée et de 40 mm pour une dalle fractionnée (dalle de surface sup. à 40 m^2).

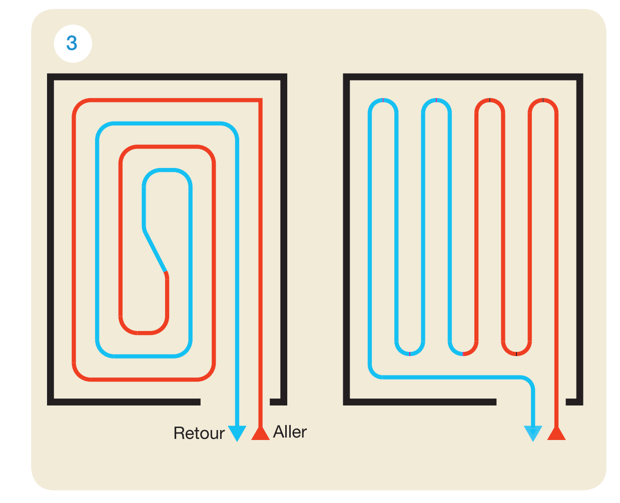
Tubes

En PER diamètres de 12 à 25 mm. (voir page 174).

Réseau de tubes

- La figure 3 montre les deux dispositions les plus utilisées.
- L'écartement maxi. des tubes est de 350 mm (recommandé de 150 à 300 mm).





27.7 Symboles pour dessins et schémas

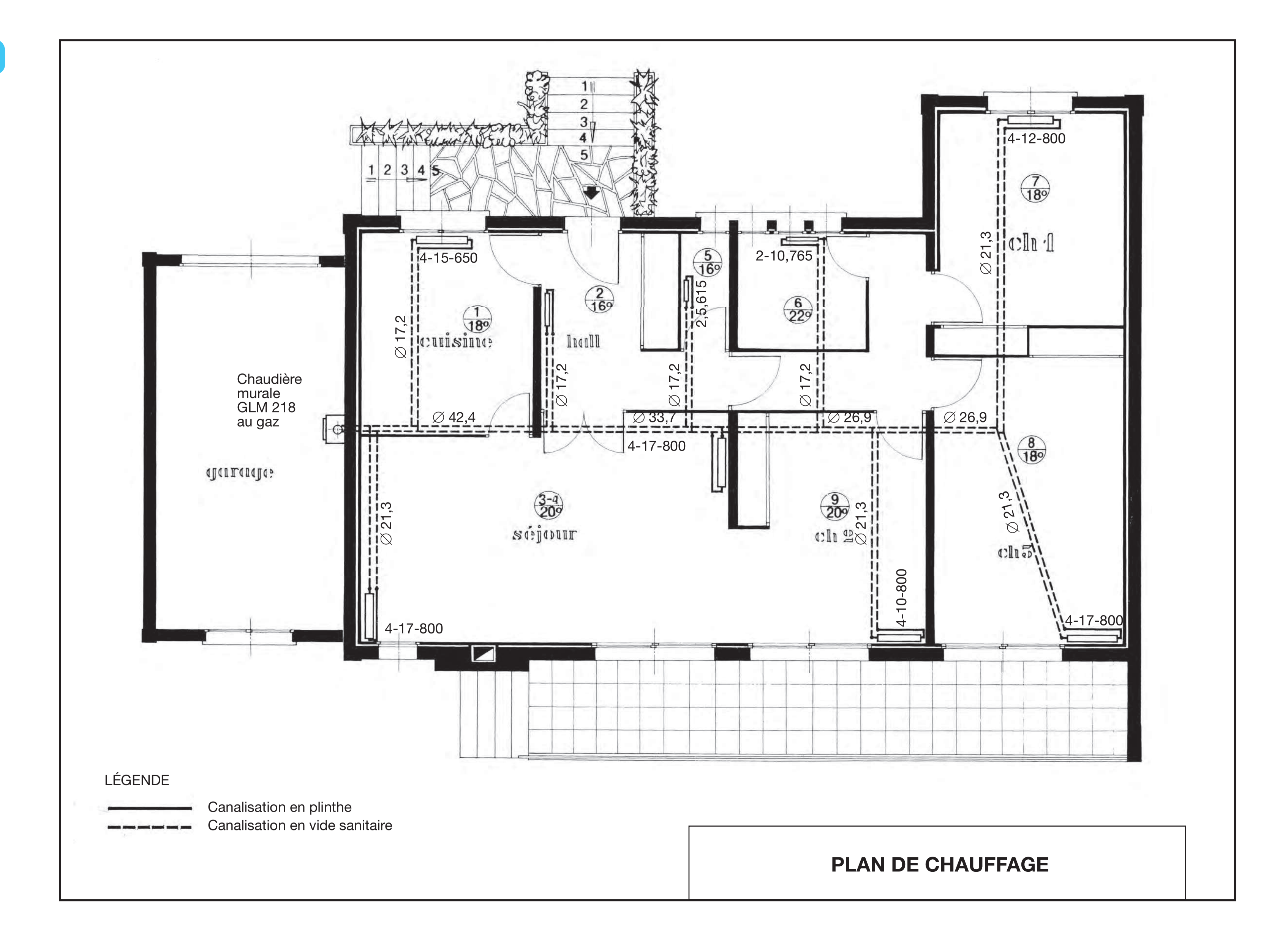
Bien qu'il existe une norme pour les symboles hydrauliques (NF E 04-202, 203...), une grande diversité de modèles sont utilisés par la profession et l'Éducation Nationale.

Les symboles ci-dessous sont donc un choix (voire un compromis) en attendant qu'une nouvelle norme réglemente le secteur.

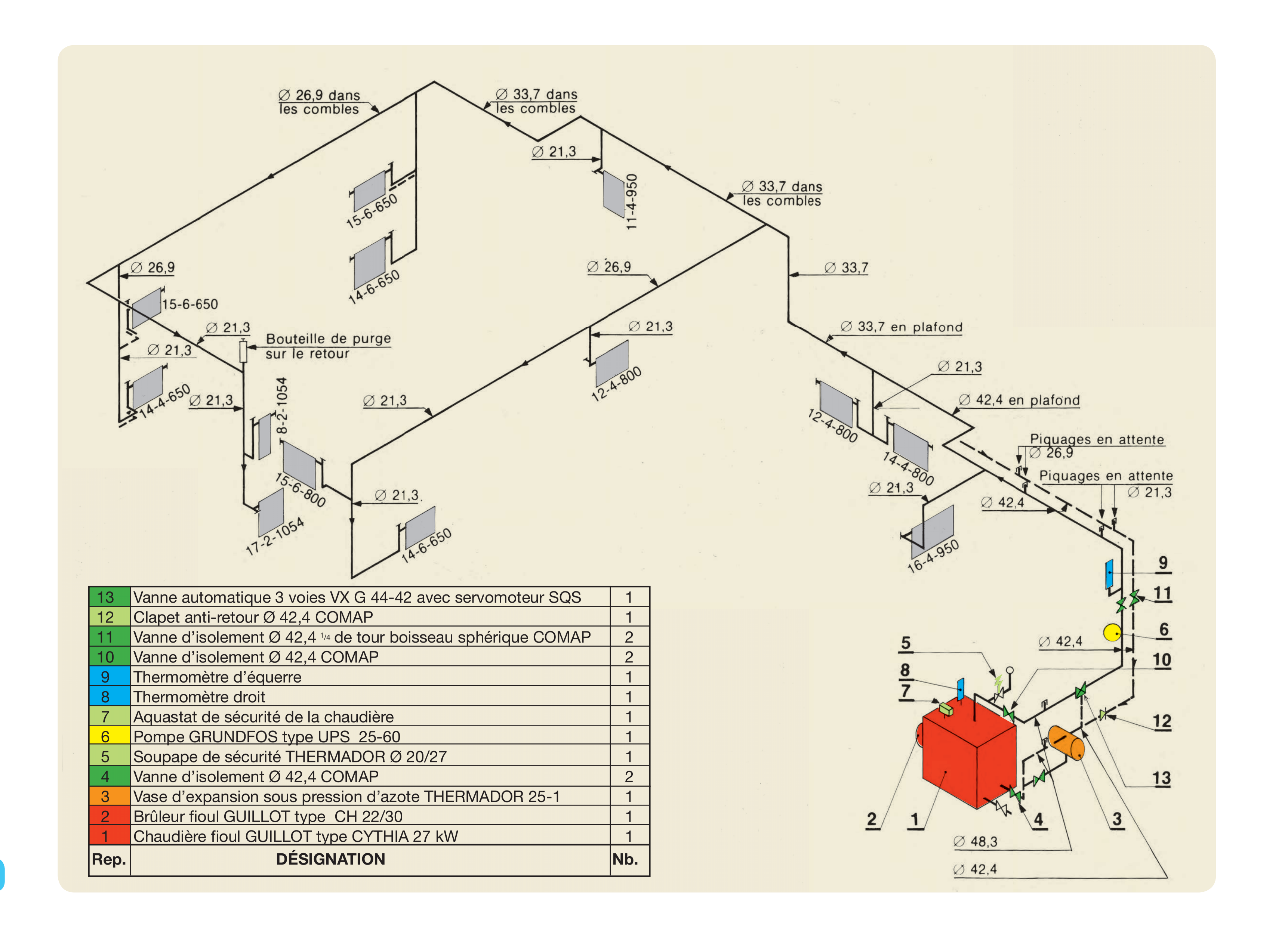
Pour canalisations et robinetterie voir p. 160 et 161.

PRODUCTION ET ÉMISSION DE CHALEUR					
Appareils	Symboles	Appareils	Symboles	Appareils	Symboles
Chaudière symbole général		Echangeur de chauffage		Radiateur	
Chaudière combustible solide ou gazeux		Préparateur d'ECS (ballon)		Convecteur	
Ventilo-convecteur		Préparateur d'ECS électrique		Ventilo-convecteur	

ACCESSOIRES POUR FLUIDES					
Appareils	Symboles	Appareils	Symboles	Appareils	Symboles
Pompe (ou circulateur)		Purgeur d'air		Filtre	
Vase d'expansion ouvert		Bouteille de purge		Entonnoir d'évacuation	
Vase d'expansion à membrane		Anti-bélier (Anti coup de liquide)	ACL	Crépine	
Vanne 3 voies		Soupape de sûreté		Évent	
Vanne 4 voies		Surpresseur		Point de mesure	T
Clapet anti-retour		Réducteur de pression (détendeur)		Action de réglage	T



PLAN DE CHAUFFAGE



Rep.	DÉSIGNATION	Nb.
13	Vanne automatique 3 voies VX G 44-42 avec servomoteur SQS	1
12	Clapet anti-retour Ø 42,4 COMAP	1
11	Vanne d'isolement Ø 42,4 1/4 de tour boisseau sphérique COMAP	2
10	Vanne d'isolement Ø 42,4 COMAP	2
9	Thermomètre d'équerre	1
8	Thermomètre droit	1
7	Aquastat de sécurité de la chaudière	1
6	Pompe GRUNDFOS type UPS 25-60	1
5	Soupape de sécurité THERMADOR Ø 20/27	1
4	Vanne d'isolement Ø 42,4 COMAP	2
3	Vase d'expansion sous pression d'azote THERMADOR 25-1	1
2	Brûleur fioul GUILLOT type CH 22/30	1
1	Chaudière fioul GUILLOT type CYTHIA 27 kW	1

28 Installations électriques

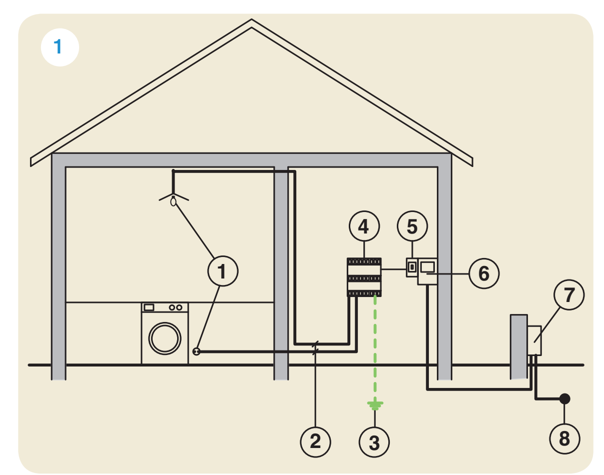
Ce chapitre traite uniquement des installations électriques des bâtiments d'habitation. Il s'appuie sur la norme NF C15-100 de décembre 2002 et sur les recommandations PROMOTELEC.

28.1 Principe des installations

Le dessin ci-contre (fig. 1) présente le schéma de principe général d'une installation électrique. Il en repère les principaux éléments qui seront détaillés dans ce chapitre.

Le dessin ci-dessous (fig.2) présente l'organisation des différents circuits électriques d'un logement.

1	Appareils
2	Circuits électriques
3	Mise à la terre
4	Tableau de répartition
5	Disjoncteur de branchement
6	Compteur + relais de télécommande (horloge)
7	Coffret coupe-circuit (logette) + relais de téléreport
8	Réseau public



2

Disjoncteur de branchement différentiel 500 mA (type S)

Tableau de répartition

Dispositif différentiel 30 mA

Dispositif différentiel 30 mA

Dispositif différentiel 30 mA

Disjoncteurs divisionnaires

20A 32A 2A 16A 20A 20A (**) 20A (**) 20A 20A 20A 16A

Circuits

Section (mm²)

2,5 6 1,5 1,5 2,5 2,5 (**) 2,5 (**) 2,5 2,5 2,5 1,5 1,5

Appareils

Terre

ou

VMC

Eclairage(*)

Prises spécialisées

Chauffage salle d'eau

8 maxi par circuit

Prises commandées

* Minimum 2 circuits d'éclairage
** En fonction de la puissance installée

D'après PROMOTELEC

28.2 Équipement minimal

Pièces ou fonction	Foyers lumineux fixes	Prises 16 A simples	Circuits spécialisés	
			Prises 16 A	Prises 32 A
Séjour	1*	5**		
Chambres	1*	3		
Cuisine	1*	6		1
Salle d'eau	1*	1		
Entrée, dégagement	1	1		
WC	1			
Cellier, cave	1	1		
Lave linge, lave vaisselle, sèche linge, four, congélateur			3***	

* Doit être placé en plafond avec boîte et dispositif d'accrochage de luminaire.
** Au minimum un socle par tranche de 4 m².
*** En prévoir une à proximité de l'arrivée d'eau du lave-vaisselle.

28.3 Les circuits

28.31 Définition

- Un circuit électrique est composé d'un ou plusieurs appareils reliés par des conducteurs. Il est protégé des surintensités par le même disjoncteur ou le même fusible.
- Un circuit monophasé comporte 2 conducteurs actifs :
  - un conducteur de phase (Ph) de couleur noir ou bleu,
  - un conducteur neutre (N) de couleur bleu clair,
  - un conducteur de protection (Terre) bicolore vert et jaune.
- Tous les conducteurs d'un même circuit doivent avoir la même section.
- Un conducteur neutre ne peut être commun à plusieurs circuits.

28.32 Nombre et sections

Le tableau ci-dessous indique le nombre et les caractéristiques utiles des circuits à prévoir dans un logement.

Nature du circuit	Nb. Maxi de points d'utilisation par circuit	Section mini des conducteurs (mm²)	Calibrage du dispositif de protection (A)	
			Fusible	Disjoncteur
Eclairage* et prises commandées	8	1,5	10	16
Volets roulants	Selon nombre	1,5	10	16
V.M.C.	1	1,5		2
Asservissement tarifaire, fils pilotes, gestionnaire d'énergie etc....	1 circuit par fonction	1,5		2
Prises de courant 16A	5 8	1,5 2,5	16	16 20
Prises spécialisées 16A (Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four, congélateur...)	1 circuit par appareil	2,5	16	20
Chauffe eau électrique à accumulation	1	2,5	16	20
Cuisinière, plaque de cuisson	1	6	32	32

* Dans les logements ⩽ 35 m², le nombre de circuits ne doit pas être inférieur à 2.

On notera que les circuits sont spécialisés par fonction.
La figure 2 page 182 donne un exemple de cette séparation des fonctions pour un logement compris entre 35 et 100 m².

28.33 Protection contre les surintensités

Chaque circuit est protégé des surintensités (surcharges et courts-circuits) par un dispositif bipolaire (phase + neutre) qui peut être :

- un disjoncteur divisionnaire (généralement de type C).
- un coupe-circuit à cartouche fusible.

Le calibrage maximal des dispositifs de protection est donné dans le tableau du paragraphe 28-32.

NOTA :
L'emploi d'un disjoncteur divisionnaire est préférable à celui d'une cartouche fusible car il permet un repérage aisé en cas d'incident.

28.4 Protection des personnes

La protection des personnes vis-à-vis d'une installation électrique repose sur deux principes :

- l'impossibilité de toucher des parties sous tension par l'utilisation et la mise en oeuvre de matériels adaptés.
- la coupure automatique de l'alimentation en cas de défaut d'isolement d'un matériel.

Ces deux principes sont mis en œuvre dans les installations à l'aide de deux types de dispositifs :

- l'un passif : **la mise à la terre**.
- l'autre actif : **la protection différentielle**.

28.41 Protection différentielle

La norme NF C 15-100 de décembre 2002 fait obligation de protéger par des dispositifs différentiels à haute sensibilité (DRHS) de 30 mA l'ensemble de l'installation électrique.

- Le tableau ci-dessous indique le nombre et la nature des dispositifs différentiels à installer en fonction de la surface du logement.

NB DE DISPOSITIFS DIFFÉRENTIELS PAR LOGEMENT		
Surface habitable	Nb, type et calibrage des dispositifs	
S ⩽ 35 m²	1 type AC (ou A) de 25A	1 type A de 40A*
35 m² <S ⩽ 100 m²	2 type AC (ou A) de 40A	1 type A de 40A*
S > 100 m²	3 type AC (ou A) de 40A**	1 type A de 40A*

* Les disjoncteurs de type A sont réservés aux circuits cuisson et lave-linge
** Un des dispositifs doit être remplacé par un 63A s'il existe un chauffage électrique de puissance supérieure à 8 kVA.

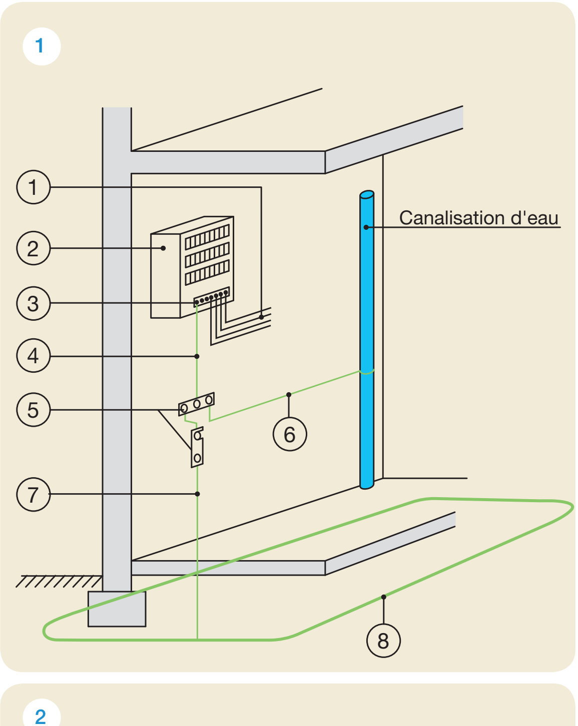
- La figure 2 page 182 donne un exemple de regroupement des circuits sur chacun des dispositifs différentiels.

28.42 Mise à la terre

La mise à la terre permet l'évacuation vers le sol des courants provenant de défauts dans l'isolation des appareils, évitant ainsi les accidents.

La figure 1 et le tableau ci-dessous définissent le principe d'une mise à la terre.

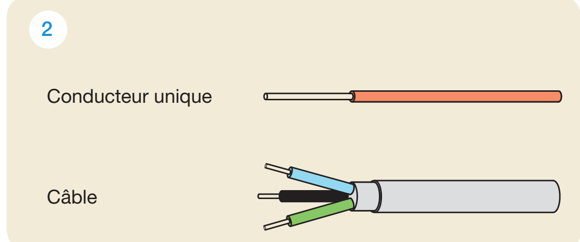
1	**Conducteurs de protection des circuits**
2	**Tableau de répartition**
3	**Répartiteur de terre**
4	**Conducteur principal de protection** Section égale à la section du branchement, sans dépasser 16 mm² (pour du cuivre).
5	**Borne principale de terre** Permet un serrage indépendant des différents conducteurs. La barrette verticale permet la mesure de la résistance.
6	**Liaison équipotentielle principale** Elle limite les DDP pouvant apparaître en cas de défaut entre les différents éléments conducteurs du bâtiment. Elle relie la borne principale de terre à **toutes** les canalisations métalliques du bâtiment. Section = La moitié de la section du conducteur principal de protection, (avec S compris entre 6 et 25 mm²).
7	**Conducteur de terre** Section = 16 mm² pour du cuivre isolé et de 25 mm² pour du cuivre non isolé.
8	**Boucle en fond de fouille-:** Section ⩾ 25 mm² en cuivre nu et ⩾ 95 mm² en acier galvanisé.



28.5 Les conducteurs (fig. 2)

Deux grandes familles de produits (en cuivre isolé).

- **Les conducteurs uniques** qui existent en rigide (H07 V-U ou H07 V-R) et en souple (H07 V-K).
- **Les câbles qui existent** en rigide (FR-N VV-U) et en souple (A05 VV-F ou H07 RNF).

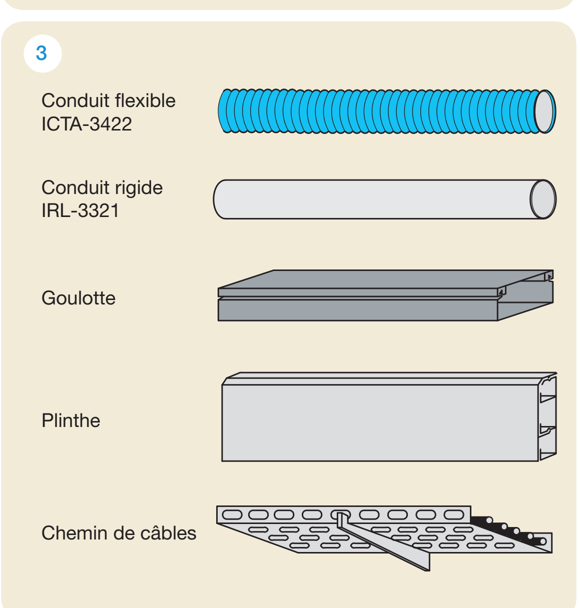


28.6 Les canalisations (fig. 3)

Les conducteurs sont logés dans des canalisations qui peuvent être placées :

- en applique dans des goulottes ou plinthes.
- encastrés ou placés en vides de construction dans des conduits rigides ou flexibles.
- en chemins de câbles.

DÉSIGNATION DES CONDUITS ÉLECTRIQUES		
1re lettre	2e lettre	3e lettre
I = isolant M = métallique C = composite	R = rigide C = cintrable T = transversal. élast. S = souple	A = annelé L = lisse



28.7 Les matériels

28.71 Classes d'isolation (NF C 20-030)

Classe	Logo	Caractéristiques
Classe 0		Matériel ne - qu'une isolation principale. Ce type de matériel est interdit par la norme NF C 15-100.
Classe I	⏚	Matériel avec une isolation principale et un dispositif de raccordement à la terre.
Classe II	⧈	Matériel avec une double isolation ou une isolation renforcée, ce qui les dispense d'un raccordement à la terre.
Classe III	◇ 12 V	Matériel prévu pour être alimenté en très basse tension (TBTS) ne dépassant pas 12V.

28.72 Indices de protection

Ils sont caractérisés par les indices IP et IK :

- **IP** comporte 2 chiffres et une lettre éventuelle :

- le premier chiffre indique le degré de protection contre la pénétration des corps solides et l'accès aux parties dangereuses (de 0 à 6).

- le deuxième chiffre indique le degré de protection contre la pénétration de l'eau (de 0 à 8).

- la lettre (de A à D) indique la protection des personnes.

- **IK** caractérise la protection des matériels aux chocs mécaniques (de 00 à 10).

Locaux ou emplacements	Indice IP	Symbole de protection contre l'eau		Code IK
		Appareil	Luminaire	
Locaux secs (séjours, chambres...)	20 ou x0B			02
Cuisine, WC, Cave, cellier, garage	20 ou x0B			02
Véranda, sous-sol	21 ou x1B	💧	💧	02
Buanderie, vide-sanitaire	23 ou x3B		[💧]	02
Extérieur (*)	24 ou x4B	△💧	△💧	07
Salle d'eau	Voir ci-dessous			02

(*) protection △💧 △💧 si susceptible d'être arrosé au jet

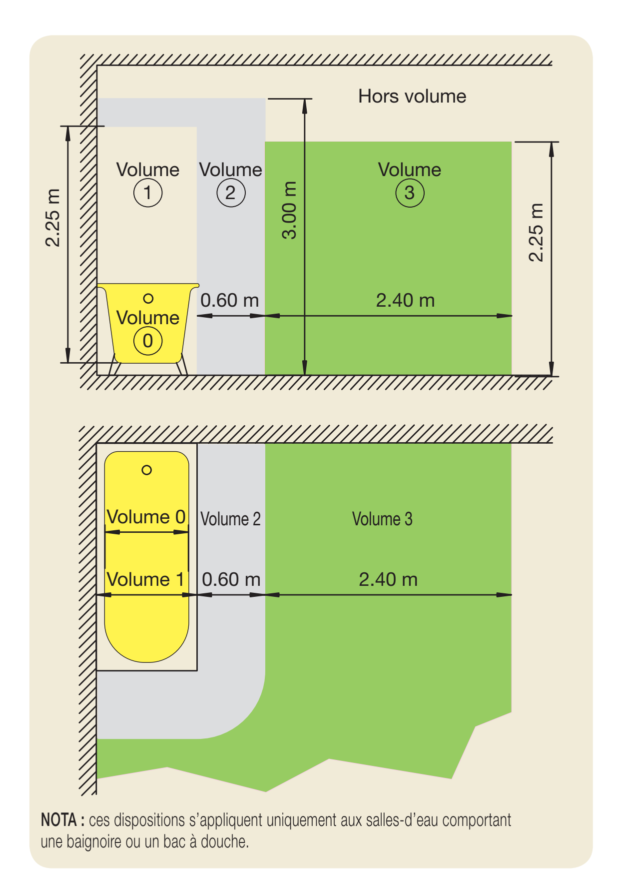
28.8 Les salles d'eau

Les règles qui suivent s'appliquent à tous les locaux qui comportent une baignoire ou un bac à douche.

Matériels	Mesures de protection	Volumes			
		0	1	2	3
Lave-linge, Sèche-linge (*)	Classe I + 30mA	■	■	■	
Appareils de chauffage	Classe I + 30mA	■	■	■	
	Classe II + 30mA	■	■		
Éclairage	Classe I + 30mA	■	■	■	
	Classe II + 30mA	■	■		
Chauffe-eau (tous types)	Classe I + 30mA	■			
Interrupteur	30 mA	■	■	■	
Prises 2P+T	30 mA	■	■	■	
Prise rasoir (20 à 50VA)	Transfo. de séparation	■	■		

■ = Interdit, (*) Interdits à moins de 60 cm de la baignoire

Emplacements	Indice IP	Symbole	
		Appareil	Luminaire
Hors volume	20 ou x0B		
Volume 3	21 ou x1B	💧	💧
Volume 2	23 ou x3B		[💧]
Volume 1	24 ou x4B	△💧	△💧
Volume 0	27 ou x7B	💧💧	💧💧



NOTA : ces dispositions s'appliquent uniquement aux salles-d'eau comportant une baignoire ou un bac à douche.

SYMBOLES POUR SCHÉMAS ARCHITECTURAUX NF C 03-211			
Appareils	**Symboles**	**Appareils**	**Symboles**
Interdépendance entre deux appareils		Interrupteur Symbole général	
Socle de prise de courant bipolaire		Interrupteur à lampe témoin	
Prise de courant bipolaire avec conducteur de protection		Interrupteur unipolaire à temps de fermeture limité	t
Point d'attente d'appareil d'éclairage		Interrrupteur bipolaire	
Point d'attente d'appareil d'éclairage en applique		Interrupteur unipolaire à va-et-vient	
Lampe, symbole général (voir aussi p. 183)		Bouton poussoir	
Projecteur Symbole général		Bouton poussoir lumineux	
Luminaire fluorescent Symbole général		Boîte de dérivation	
Télérupteur		Compteur Symbole général	
Minuterie	t	Chauffe-eau	
Gâche électrique		Appareil de chauffage Symbole général	
Interphone portier		Cuisinière électrique	
Sirène		Climatiseur	*
Sonnerie		Réfrigérateur	*
Horloge		Appareil électroménager non défini	E

SYMBOLES POUR SCHÉMAS UNIFILAIRES			
Appareils	**Symboles**	**Appareils**	**Symboles**
Deux conducteurs		Borne connexion de conducteurs	ou
Conducteur neutre		Croisement de deux conducteurs	
Conducteur de protection		Croisement de deux conducteurs avec connexion électrique	
Canalisation triphasée avec neutre et conducteur de protection		Dérivation	ou
Conducteur en faisceau flexible		Contact glissant	
Terre		Lampe d'éclairage Symbole général	
Masse (deux variantes)	ou	Indications complémentaires pour les lampes, à porter à côté du symbole	IN = Incandescence FL = Fluorescence Ne = Néon Hg = Mercure Na = Vapeur de sodium I = Iode ARC = Arc IR = Infrarouge
Interrupteur Symbole général			
Contacteur		Ballast ou autres auxiliaires de lampe à décharge	
Discontacteur		Appareil d'éclairage de sécurité sur circuit spécial	
Disjoncteur		Bloc autonome d'éclairage de sécurité	
Sectionneur		Coupe circuit à fusible	
Bouton poussoir		Résistance lorsque l'on ne désire pas préciser qu'elle est ni inductive ni capacitive	
Fiche de prise de courant (mâle)	ou	Potentiomètre	
Socle de prise de courant (femelle)	ou	Relais de mesure ou dispositif apparenté (symbole général)	*
Fiche et prise associées		Appareil indicateur symbole général (ici voltmètre)	V
Connecteur mâle-mâle		Appareil enregistreur symbole général (ici ampèremètre)	A
Connecteur mâle-femelle		Transformateur de tension	

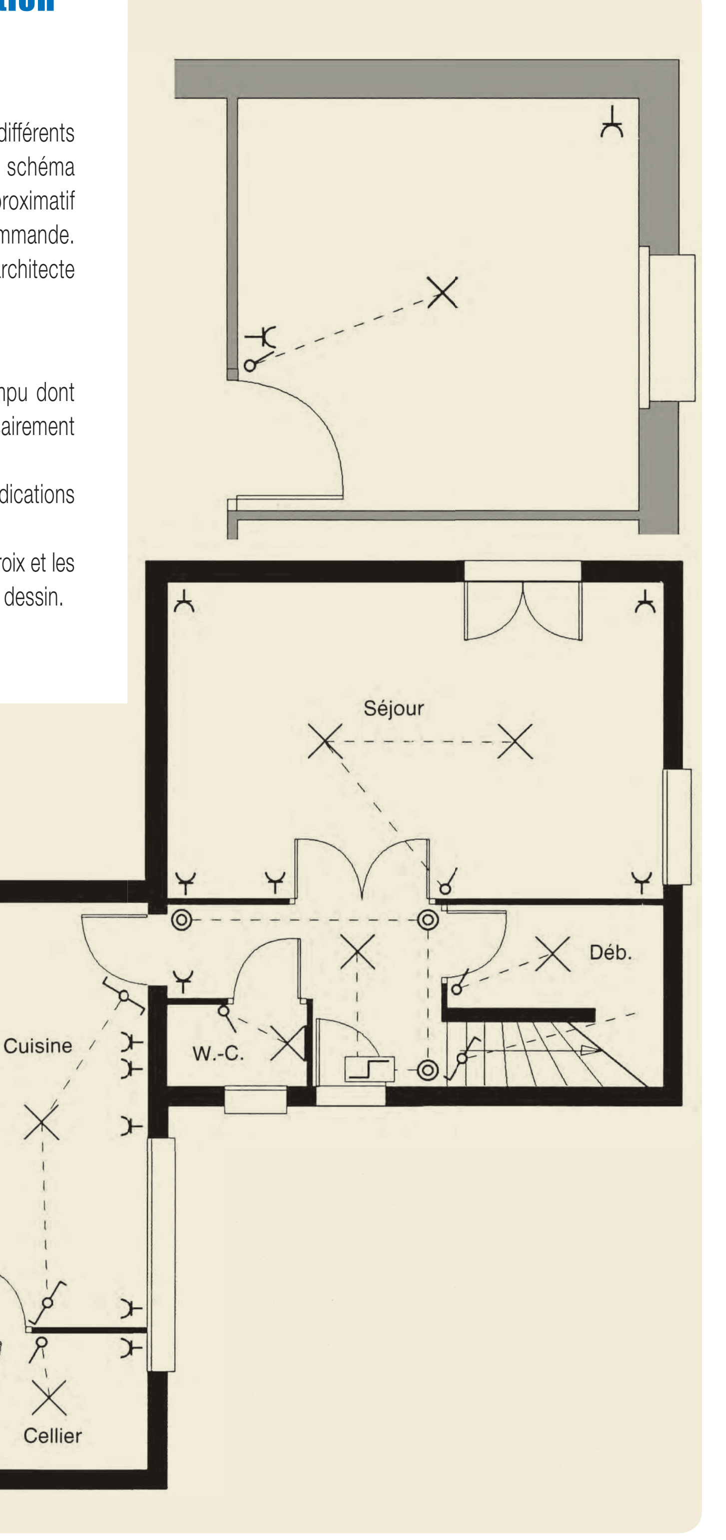
28.9 Le schéma d'implantation (ou architectural)

28.91 Définition

C'est une représentation, faite sur un plan, des différents appareils à installer dans une construction. Le schéma d'implantation sert à indiquer l'emplacement approximatif des différents appareils et de leurs organes de commande. Ce type de shéma est en principe exécuté par l'architecte suivant les indications du clients.

28.92 Représentation

- Les fils sont représentés par un trait interrompu dont le tracé sur le dessin ne correspond pas nécessairement à la position réelle des conducteurs.
- Les appareils sont représentés suivant les indications des pages précédentes.
- Les sorties d'appareils sont repérées par une croix et les puissances à installer peuvent être indiquées sur le dessin.
- Les prises sont également repérées.



28.10 Le schéma unifilaire

28.101 Définition

C'est une représentation simplifiée où un trait unique représente l'ensemble des conducteurs d'une même canalisation.

28.102 Représentation

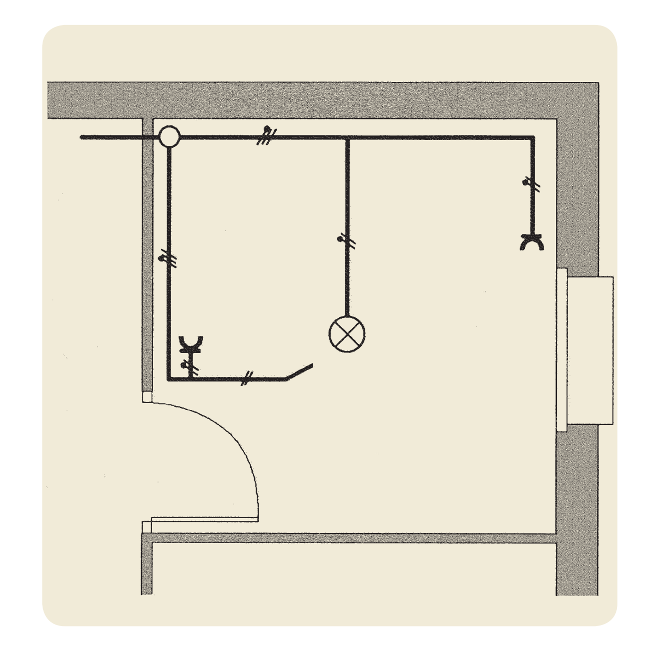
La représentation se fait toujours en vue de dessus.

Les canalisations horizontales sont représentées le long des murs et peuvent être dégagées pour permettre une meilleure compréhension du dessin.

Les canalisations verticales sont rabattues à 90° vers l'intérieur de la pièce.

Les conducteurs sont repérés par une barre à 45° coupant la canalisation.

Le neutre est repéré par une barre à 45° terminée par un point qui coupe la canalisation.



29 Dimensions des logements

29.1 Surface des logements

Dans les cas où l'État apporte une aide financière à la construction, il est imposé des surfaces minimales en fonction du nombre de pièces.

Types	I bis	II	III	IV	V	VI	VII
Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5	6	7
Surface minimale (m²) pour bâtiments neufs	30	46	60	73	88	99	114
Surface minimale (m²) pour bâtiments à réhabiliter	27	41	54	66	79	89	103

29.2 Surfaces des pièces

29.21 Pièces principales

L'ancienne réglementation qui imposait une surface de 9 m^2 (ou de 7 m^2) est abrogée, il ne subsiste plus comme obligation que celle relative aux surfaces minimales de logements.

29.22 Cuisines

- Elles doivent comporter un évier et un emplacement pour les appareils de cuisson (fig. 1).
- Le volume minimal sera de 8 m^3 s'il est prévu des appareil à gaz.
- La cuisine ne peut communiquer directement avec un WC.

29.23 Salles de bains

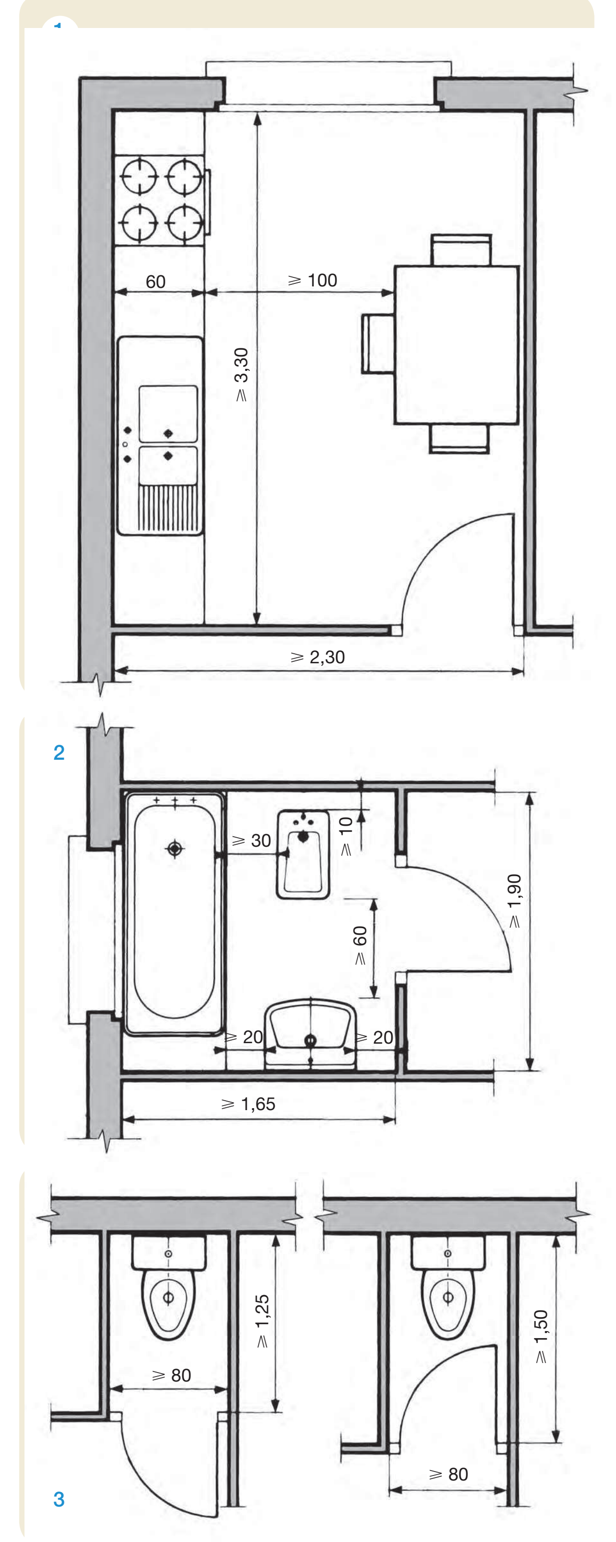
Les dimensions du local doivent permettre l'implantation d'une baignoire et d'un lavabo avec un recul d'au moins 60 cm derrière chaque appareil (fig. 2).

REMARQUE :

Pour les logements de type V et plus, il doit être prévu un poste d'eau supplémentaire (lavabo dans une chambre ou 2e pièce sanitaire).

29.24 W.C.

- La surface minimale imposée par les H.L.M. est de 1 m^2.
- Le W.C. doit être indépendant pour les logements à partir du type III.
- La figure 3 indique les dimensions minimales souhaitables en fonction des sens d'ouverture des portes.



29.3 Surfaces de rangement

- Elles font partie de la surface habitable et ne sont obligatoires que pour les H.L.M.
- La surface minimale doit correspondre à 4 % de celle du logement si celui-ci est collectif et à 3 % s'il s'agit d'une maison individuelle.
- La hauteur des volumes de rangement doit être supérieure à 1,80 m.

29.4 Séchoir

Il doit être prévu pour les H.L.M. un local ventilé à usage de séchoir dont la surface sera d'au moins 1,50 m². Ce local peut éventuellement être remplacé par un séchoir activé du genre placard séchoir ou armoire sèche-linge.

29.5 Caves

Les H.L.M. imposent une surface > 4 m². Cette surface peut être ramenée à 3 m2 si l'immeuble comprend des locaux communs pour voitures d'enfants, vélos, etc.

29.6 Celliers

Ils peuvent remplacer la cave et être adjoints au garage avec ou sans cloison de séparation. Les celliers doivents être ventilés.

29.7 Hauteurs des pièces

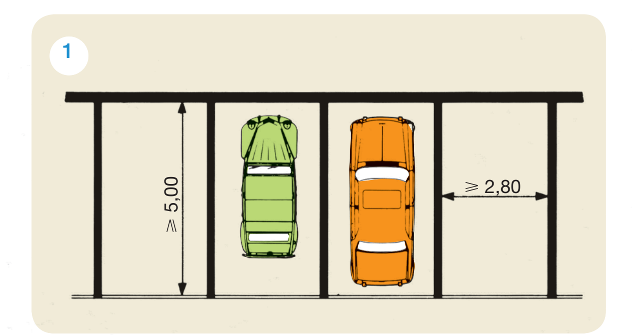
- **Logements** : l'ancienne hauteur de 2,50 m n'est plus en vigueur mais elle constitue malgré tout une valeur que l'on peut considérer comme minimale.
- **Dépendances** : la hauteur minimale est fixée à 1,90 m sous obstacles (caves, sous-sol, greniers).
- **Locaux publics** : la hauteur minimale est fixée à 2,80 m, mais elle doit être modulée en fonction de la nature des locaux.

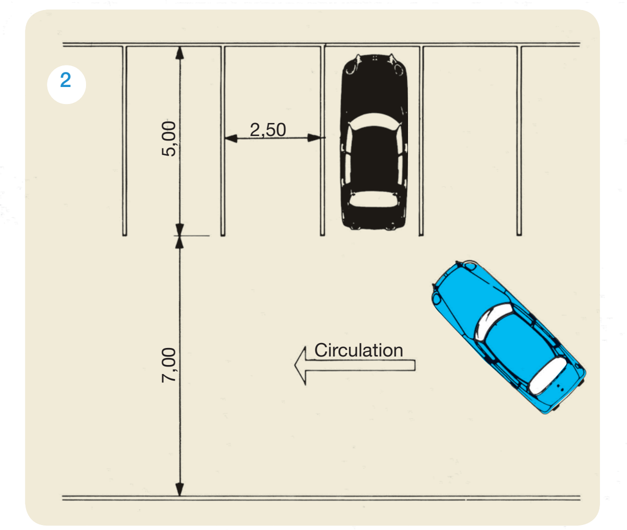
29.8 Garages

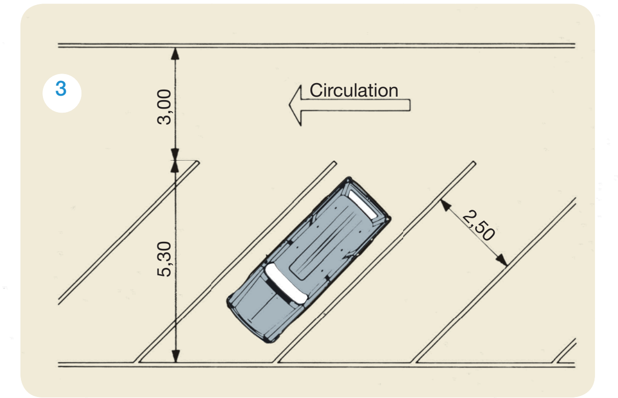
Pour les maisons individuelles, les H.L.M. demandent un garage et une remise permettant de loger les véhicules à deux roues et les instruments de jardinage. La figure 1 donne les dimensions minimales souhaitables pour les garages individuels.

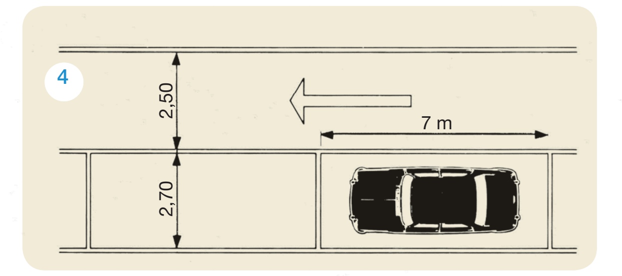
29.9 Parcage des voitures

Les figures 2, 3 et 4 donnent les dimensions nécessaires des aires de parcage et de circulation pour les voitures.









30 Charges d'exploitation et charges propres

30.1 Charges d'exploitation NF-P 06-001

30.11 Domaine d'application

Les règles suivantes s'appliquent aux bâtiments d'habitation, d'hébergement, d'enseignement, d'hospitalisation, d'activités physiques et sportives, de bureaux et de commerce.

30.12 Définition des charges d'exploitation

Elles résultent des mobiliers, personnes, objets en dépôt temporaire ou permanent et peuvent inclure certains équipements fixes tels que les radiateurs, les appareils sanitaires ou de chauffage individuel.

Cas des cloisons : les cloisons de distribution dont le poids linéique est inférieur à 2,5 kN/m peuvent être prises en compte comme une charge permanente uniformément répartie conformément au tableau ci-après :

Poids linéique (kN/m)	Charge équivalente (kN/m^2)
< 1	0,4
1 à 2,5	1,0

30.13 Coefficient de surface

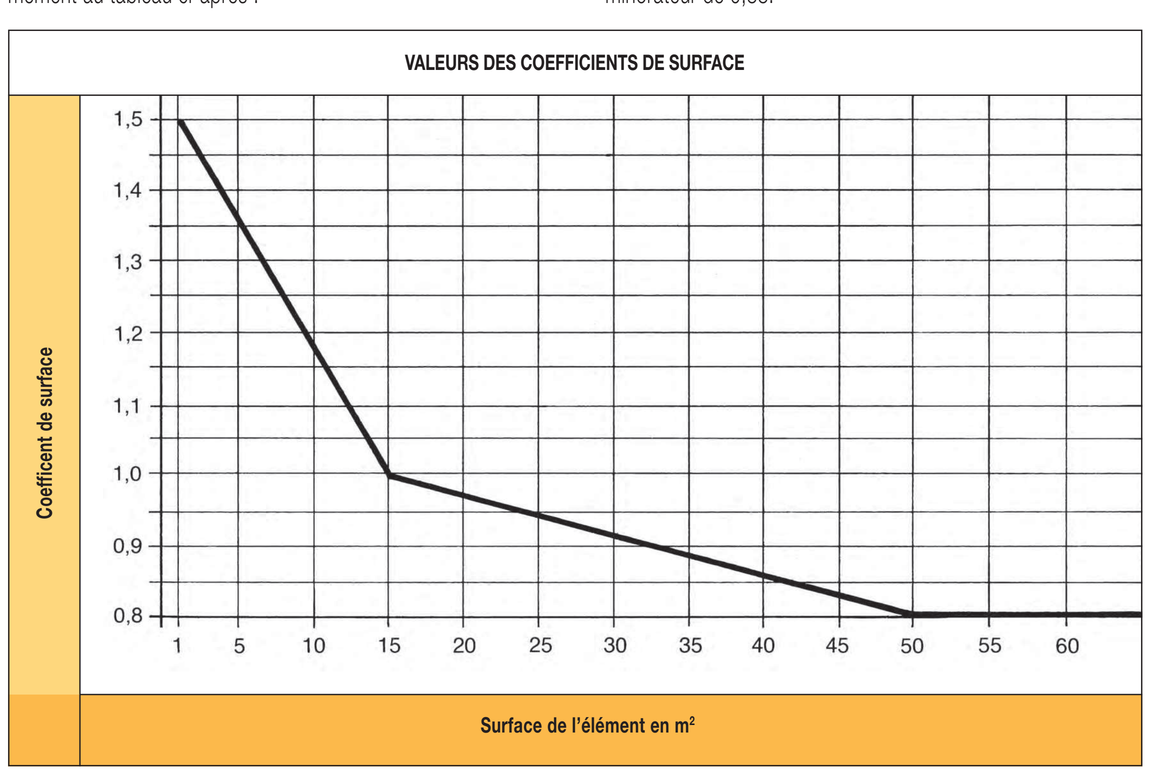
Lorsqu'une charge d'exploitation s'applique à une surface S, les chances sont faibles de voir celle-ci recevoir la totalité de la charge. On est donc conduit à adapter le risque et à adopter un coefficient de minoration pour les grandes surfaces et de majoration pour les petites.

L'abaque ci-dessous permet de déterminer ce coefficient en fonction de la surface du plancher.

Utilisation de l'abaque

Exemples : pour une surface de 10 m^2, il faut appliquer aux valeurs des charges d'exploitation un coefficient majorateur de 1,17.

Pour une surface de 35 m^2, il faut appliquer un coefficient minorateur de 0,88.



30.14 Loi de dégression des charges

Elle s'applique au calcul des descentes de charges des bâtiments d'habitation et d'hébergement. L'abaque ci-dessous permet de déterminer le coefficient que l'on peut appliquer aux charges de chaque plancher.

Cette réduction n'est pas cumulable avec la réduction de surface définie au § 30.13.

Exemple : soit à calculer la dégression de charges dans le bâtiment de six niveaux ci-contre.

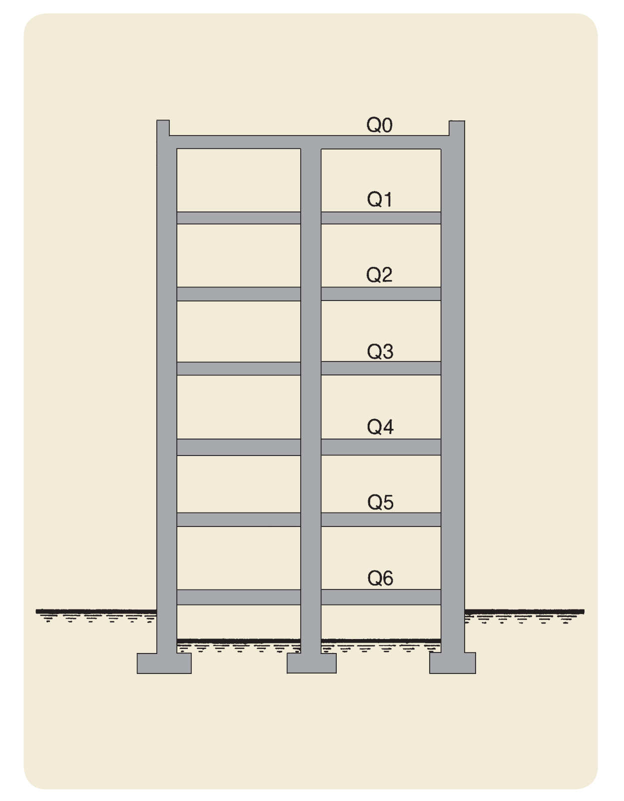
- Lire sur l'abaque le coefficient de pondération pour 6 niveaux = 0,75.

On obtient :

Q0 + 0,75(Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5 + Q6)

REMARQUES :

- Si des locaux industriels ou commerciaux occupent certains niveaux, ces derniers ne sont pas comptés dans le nombre d'étages pour lesquels intervient la loi de dégression et leurs charges sont comptées intégralement.
- Pour les immeubles de bureaux, la loi de dégression ne s'applique qu'à la charge d'exploitation diminuée de 1 kN/m^2.



DÉGRESSION DES CHARGES D'EXPLOITATION

Coefficent de pondération: 1,0 – 0,9 – 0,8 – 0,7 – 0,6 – 0,5

Nombre d'étages: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

30.15 Valeurs des charges d'exploitation NF-P 06-001

Nature des locaux	Charges kN/m²	R-M	Nature des locaux	Charges kN/m²	R-M
BÂTIMENTS À USAGE D'HABITATION					
Logements	1,5	R	Étages de caves	2,5	
Combles aménageables	1,5		Terrasses accessibles privées	1,5	
Combles non aménageables	1,0		Terrasses non accessibles	1,0	
Balcons	3,5		Terrasses jardins	1,0	
Escaliers et halls d'entrée	2,5		Greniers	2,5	
BÂTIMENTS SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES					
Salle de classe	2,5		Dortoirs collectifs	2,5	R-M
Amphithéâtre	3,5		Chambres individuelles	1,5	R-M
Ateliers et laboratoires	2,5		Dépôts, lingeries	3,5	
Circulations et escaliers	4,0		Cuisines collectives	5,0	M
Bibliothèques	4,0		Dépôts des cuisines	6,0	
Salles polyvalentes	4,0		Salle à manger (petite)	2,5	
Sanitaires collectifs	2,5		Cantines	3,5	
BÂTIMENTS DE BUREAUX					
Bureaux	2,5	R-M	Cantines	2,5 à 3,5	
Bureaux paysages	3,5	R-M	Salles à manger	2,5	
Circulations et escaliers	2,5		Zones de dépôts	3,5	
Halls de réception	2,5		Salles d'ordinateurs et de reprographie	2,5	
Salles de conférences et de projection $S \leqslant 50$ m²	3,5		Halls et guichets	4,0	R
BÂTIMENTS HOSPITALIERS ET DISPENSAIRES					
Chambres	1,5	R-M	Salles de réunion, de conférence, de restauration		
Circulations internes	2,5		$S > 100$ m²	4,0	
Salles d'opération, de plâtre, d'accouchement, de travail	3,5		$S < 50$ m²	2,5	
Autres services	2,5		Sanitaires	1,5	
Halls	4,0	R-M	Cuisines	5,0	M
Circulations générales	4,0		Buanderies	3,5	
Salles de soins	2,5		Réserves et dépôts	3,5 à 6,0	
SALLES DE SPECTACLES			**PARCS DE STATIONNEMENT**		
Danses et spectacles	5,0		Voitures particulières	2,5	

REMARQUES :
- La lettre R portée dans la colonne de doite indique que l'on peut appliquer le coefficient de réduction de surface défini au paragraphe 30.13.
- La lettre M portée dans le colonne de droite indique que l'on doit appliquer le coefficient de majoration de surface défini au paragraphe 30.13.

30.2 Valeurs des charges propres

Couvertures en kN/m²	
Zinc y compris voligeage et tasseaux	0,25
Aluminium 8/10 (plaques ondulées)	0,03
Aluminium 8/10 y compris voligeage et tasseaux	0,17
Acier Inox y compris voligeage et tasseaux	0,25
Tôles ondulées acier galvanisé et bacs nervurés	0,06
Ardoises naturelles y compris lattis	0,40
Ardoises fibres-ciment y compris lattis	0,30
Tuiles (voir chapitre 23)	
Plaques ondulées fibres-ciment	0,17
Bardeaux d'asphalte bitumé	0,09
Plaques polyester ondulées	0,03
Sous toitures en kN/m² réel	
Contre-plaqué par cm d'épaisseur	0,05
Panneaux de particules par cm	0,06
Panneaux de lin par cm	0,04
Panneaux de paille compressée par cm	0,03
Plaques de fibres-ciment épaisseur 0,6 cm	0,11
Plaques de plâtre par cm d'épaisseur	0,09
Support de couvertures en kN/m² réel	
Liteaux en sapin	0,03
Voligeage en sapin	0,1
Support céramique	0,45
Terrasses en kN/m²	
Asphalte coulé 0,5 cm + 1,5 cm en asphalte coulé et sablé	0,5
Étanchéité multicouche 2 cm	0,12
Carreaux d'asphalte, 2 cm scellés au bitume	0,65
Gravillons par cm d'épaisseur	0,2
Sable par cm d'épaisseur	0,18
Chape béton par cm d'épaisseur	0,23
Dalle flottante en béton armé par cm d'épaisseur	0,25
Carreaux de béton sur 2 cm de sable	1,0

Bétons pour forme de pente par cm d'épaisseur	
• Béton de gravillons maigres	0,18
• Béton de pouzzolane	0,12
• Béton vermiculite	0,08
• Béton cellulaire	0,07
Charpentes en kN/m² horizontaux	
Charpente bois (fermes, pannes et chevrons)	0,6
Solivage en madriers 75 x 225	
• Espacement 30 cm	0,4
• Espacement 40 cm	0,3
• Espacement 50 cm	0,24
Étrésillons (planches de 27 mm)	0,04
Charpente métallique (fermes, pannes et chevrons)	0,4
Planchers béton armé en kN/m²	
Dalle pleine en B.A. par cm d'épaisseur	0,25
Planchers à poutrelles avec entrevous en béton de gravillons	
• 12 + 4	2,6
• 16 + 4	2,85
• 20 + 4	3,3
• 25 + 5	4,0
Sans dalle de compression	
• 16	2,3
• 20	2,8
• 24	3,1
Planchers à poutrelles avec entrevous en terre cuite	
• 12 + 4	2,3
• 16 + 4	2,6
• 20 + 4	3,0
• 25 + 5	3,6
Sans dalle de compression	
• 16	2,0
• 20	2,4
• 24	2,7

Planchers en B.A. (suite)	
Planchers à poutrelles avec entrevous en polystyrène expansé	
• 12 + 5	1,7
• 16 + 5	2,0
• 20 + 5	2,1
• 25 + 5	2,8
Planchers préfabriqués à éléments jointifs de dalles alvéolées	
• 12	2,5
• 16	2,9
• 20	3,3
• 24	3,7
Plancher métallique en kN/m²	
Plancher métallique	0,6
Revêtements en kN/m²	
Plafond en plâtre y compris lattis en bois	0,42
Enduit en plâtre par cm d'épaisseur	0,1
Plafond en briques y compris enduit plâtre	0,3
Parquet sapin de 24 mm	0,18
Parquet chêne de 24 mm	0,22
Parquet sapin sur lambourdes	0,26
Parquet chêne sur lambourdes	0,3
Parquet mosaïque collé	0,07
Lambourdes 26 x 75 tous les 0,50 m	0,03
Lambourdes 35 x 75 tous les 0,50 m	0,04
Scellement des lambourdes	0,06
Carrelage grès cérame 1 cm	0,22
Carrelage grès cérame mince	0,15
Dalles en ciment comprimé par cm d'épaisseur	0,25
Dallages en pierre par cm	
• Basalte	0,3
• Granit, gneiss	0,3
• Grès	0,25
• Lave	0,31
• Marbre	0,29
• Asphalte	0,22
• Bitume	0,12
• Isorel mou	0,08
• Liège	0,04
Chape en mortier de ciment par cm d'épaisseur	0,22
Dalles thermoplastiques	0,06
Moquette	0,05
Linoléum par mm d'épaisseur	0,013
Revêtement des murs en pierre	
• Autoportant épaisseur 8 cm	2,2
• Attaché épaisseur 3 cm	0,8
• Scellé y compris mortier	0,4
Plaquettes en terre cuite épaisseur 4 cm	0,8
Murs en kN/m²	
Béton banché par cm d'épaisseur	0,22
Béton armé par cm	0,25
Béton cellulaire par cm (densité 0,8)	0,08
Briques pleines	
• Épaisseur 11 cm	2,35
• Épaisseur 22 cm	4,5
• Épaisseur 34 cm	6,51
• Épaisseur 45 cm	8,5
Pierres de taille enduites une face	
• Épaisseur 25 cm	6,7
• Épaisseur 37,5 cm	9,4
• Épaisseur 40 cm	10,8
• Épaisseur 45 cm	12,0
Maçonnerie de moellons enduite deux faces	
• Épaisseur 37,5 cm	9,0
• Épaisseur 40 cm	9,7
• Épaisseur 45 cm	11,1
Béton cellulaire enduit 2 faces	
• Épaisseur 25 cm	2,6
• Épaisseur 37,5 cm	3,9
• Épaisseur 40 cm	4,2
Parpaings creux et briques creuses, voir tableaux des caractéristiques pages suivantes	

CARACTÉRISTIQUES DES BLOCS POUR MURS								
Nature	Dimension cm			Épaisseur de fabrication	Masse kg/m²	Catégorie de résistance	Charge admissible kN/m	« Ru » sans enduits m².K/W
	E	H	L					
Blocs pleins en béton de gravillon	7,5	20	40	5 à 5,2	173	40	57,1	0,045
	10	20	40	7,5 à 7,7	230	40	85,7	0,06
	15	20	40	12,5 à 12,7	345	40	142,8	0,09
	20	20	40	17,5 à 17,7	460	40	200,0	0,12
	25	20	50	22,5 à 22,7	575	40	257,0	0,15
	30	20	50	27,5 à 27,7	690	40	314,0	0,18
Blocs pleins en béton de machefer	7,5	20	40	5 à 5,2	97,5	20	25,0	0,067
	10	20	40	7,5 à 7,7	130	20	37,5	0,101
	15	20	40	12,5 à 12,7	195	20	62,5	0,169
	20	20	40	17,5 à 17,7	260	20	87,5	0,237
	25	20	40	22,5 à 22,7	325	20	112,5	0,306
	30	20	50	27,5 à 27,7	390	20	137,5	0,374
Blocs pleins en béton de pouzzolane ou de laitier expansé	7,5	20	40	5 à 5,2	75	25	32,1	0,087
	10	20	40	7,5 à 7,7	100	25	48,2	0,131
	15	20	40	12,5 à 12,7	150	25	80,3	0,218
	20	20	40	17,5 à 17,7	200	25	112,5	0,306
	25	20	50	22,5 à 22,7	250	25	144,6	0,396
	30	20	50	27,5 à 27,7	300	25	176,7	0,484
Blocs creux à parois épaisses en béton de gravillon	10	20	40	7,5 à 7,7	166	40	65,4	0,09
	15	20	40	12,5 à 12,7	208	40	74,4	0,13
	20	20	40	17,5 à 17,7	278	40	106,9	0,16
	25	20	40	22,5 à 22,7	341	40	135,3	0,23
	30	20	40	27,5 à 27,7	387	40	157,0	0,30
Blocs creux à parois minces en béton de gravillon	7,5	20	50	5 à 5,2	106	40	-	0,10
	10	20	50	7,5 à 7,7	146	40	45,1	0,12
	15	20	50	12,5 à 12,7	179	40	71,4	0,14
	20	20	50	17,5 à 17,7	245	40	99,9	0,23
	25	20	50	22,5 à 22,7	273	40	128,5	0,32
	30	20	50	27,5 à 27,7	344	40	157,0	0,34
Blocs creux en béton de pouzzolane ou de laitier expansé	10	20	50	7,5 à 7,7	140	25	36,5	0,21
	15	20	50	12,5 à 12,7	160	25	46,8	0,32
	20	20	50	17,5 à 17,7	220	25	68,6	0,38
	25	20	50	22,5 à 22,7	250	25	80,3	0,40
	30	20	40	27,5 à 27,7	320	25	99,2	0,53
Blocs pleins en béton cellulaire (masse volumique 400 kg/m³) assemblés par collage	10	30	50	10	45	-	-	0,50
	15	30	50	15	65	-	-	0,75
	20	20	50	20	85	-	-	1,01
	25	20	50	25	107	-	-	1,26
	30	20	50	30	130	-	-	1,51

NOTA :
- L'épaisseur E est celle du mur enduit sur deux faces.
- « Ru » : résistance thermique utile du mur d'après les règles « RT 2000 ».

CARACTÉRISTIQUES DES BRIQUES

Type	Croquis	Dimension			Nombre d'alvéoles	Épaisseur du mur fini	Masse kg/m²	Charge kN/m	« Ru » m².K/W
		E	H	L					
Briques pleines		11	6	22	-	11	200	110,0	0,09
		11	6	22	-	22	410	165,0	0,20
		11	6	22	-	34	610	255,0	0,30
		11	6	22	-	45	810	337,0	0,40
Briques creuses		5	20	40	2	7,5	55	-	0,16
		7,5	20	40	2	10	105	-	0,21
		10	20	40	2	12,5	115	-	0,24
		15	20	40	3	17,5	140	-	0,35
		20	20	40	4	22,5	220	62,5	0,50
		22,5	20	40	4	25	240	70,3	0,55
		25	15	40	5	27,5	240	78,1	0,58
		27	15	40	5	30	290	85,9	0,61
		30	15	40	6	32,5	300	93,7	0,64
Briques à rupture de joint		20	20	40	-	22,5	250	70,3	0,56
		22,5	20	40	-	25	250	70,3	0,60
		25	20	40	-	27,5	260	78,1	0,63
		27	20	40	-	30	290	85,9	0,65
Briques type G		20	20	50	6	22,5	250	50,0	0,47
		25	20	50	7	27,5	280	56,2	0,67
		27	20	50	10	30	320	62,5	0,76
		30	20	50	11	32,5	330	68,7	0,86
Blocs perforés verticalement		20	25	30	8	22,5	250	88,0	0,49
		20	25	30	10	22,5	250	88,0	0,52
		25	25	30	13	27,5	310	110,0	0,62
		30	20	30	15	32,5	330	140,0	0,76
		32,5	20	25	17	35	370	143,0	0,84
		35	15	25	19	37,5	400	154,0	0,94
		37,5	15	25	21	40	465	165,0	1,03

31 Réglementation thermique

31.1 La nouvelle règlementation thermique RT 2012

La nouvelle réglementation thermique (dite RT 2012) comporte, au départ, les deux textes suivants :

- le décret du 26 octobre 2010 (*Caractéristiques thermiques et performance énergétique des constructions*) ;
- l'arrêté parallèle du 26 octobre 2010 (*Caractéristiques thermiques et exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments*).

Les objectifs du décret

Ces objectifs sont fixés par l'article 1 du décret, qui vise en fait à rectifier le code de la construction et de l'habitation (article R. 111-20).

31.2 Objectifs généraux de la RT 2012

Obliger le constructeur à une approche globale des paramètres de la construction pour :

- maîtriser la consommation énergétique ;
- réduire les gaz à effet de serre ;
- favoriser le recours aux énergies renouvelables ;
- optimiser le confort de l'habitat ;
- prendre en compte le concept bioclimatique ;
- optimiser la gestion des équipements.

31.3 Modalités d'application de la RT 2012

- Réaliser un calcul réglementaire

Les calculs justificatifs sont réalisés par un bureau d'études thermiques qui utilise un logiciel agréé par le CSTB. Les résultats sont présentés selon le récapitulatif standardisé d'étude thermique annexé à l'arrêté du 26 octobre 2010.

- Utiliser en maison individuelle des modes d'application simplifiés agréés par le ministère en charge de la construction (pages 208 et 209).

31.4 Les paramètres principaux

La RT 2012 est fondée sur 3 coefficients principaux :

- le besoin bioclimatique de la construction (Bbio), qui prend en compte les données environnementales (exposition, zone climatique), l'isolation, les besoins en chauffage, ECS, climatisation et éclairage, selon des scénarii conventionnels prédéfinis ;
- la consommation en énergie primaire (Cep), qui inclut outre le Bbio les consommations de l'ensemble des équipements (auxiliaires de régulation...) ;
- la température intérieure de confort (Tic), qui a pour objectif de limiter le l'inconfort d'été et le recours à la climatisation.

Ces paramètres constituent les justifications conventionnelles nécessaires à l'obtention du permis de construire ; le Cep donne une valeur prévisionnelle a priori mais ne représentent pas la consommation réelle de la construction.

31.5 Les exigences

➢ Trois exigences de performance énergétique :

- besoin bioclimatique conventionnel Bbio

$$Bbio \leq Bbio_{max}$$

- consommation conventionnelle d'énergie Cep

$$Cep \leq Cep_{max}$$

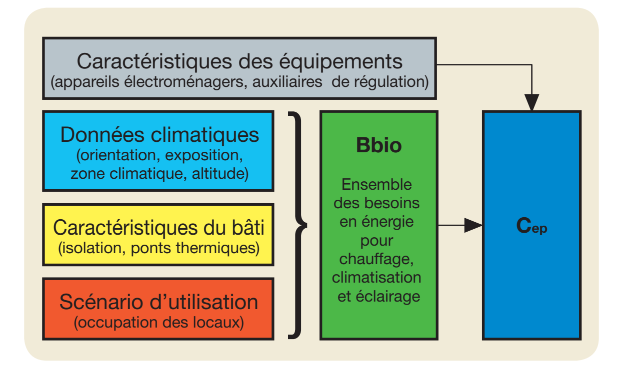
- confort d'été

$$Tic \leq T_{icréf} \quad \text{(en zone CE1)}$$

➢ Des exigences de moyens :

- respect d'un taux minimal de baies de 1/6 de la surface habitable en logement ;
- recours aux énergies renouvelables en maison individuelles ou accolée ;
- majoration du Cep de 12 $kWh_{EP}/(m^2.an)$ en cas de production d'énergie à demeure ;
- traitement des ponts thermiques significatifs (en moyenne) ;
- dispositifs de régulation d'éclairage artificiel dans les parties communes et les parkings ;
- traitement de la perméabilité l'air des logements, avec respect d'un seuil maximal de perméabilité à l'air.

31.6 Principe de calcul des paramètres



31.7 Mode de calcul des paramètres

31.7.1 Bbio

Le Bilan bioclimatique du bâtiment est une valeur exprimée en points, en relation avec les besoins de chauffage, climatisation et éclairage.

Il permet de déterminer le bon niveau de conception bioclimatique du bâtiment indépendamment des systèmes de chauffage et autres équipements. Il caractérise :

- le niveau d'isolation thermique du bâti (parois opaques et baies, ponts thermiques) ;
- l'inertie du bâtiment ;
- les apports solaires des baies ;
- l'impact des protections solaires et de leur mode de gestion ;
- les apports internes (présence de personnes, dissipation par effet joule des équipements) ;
- les apports par dispositifs passifs (serre, véranda) ;
- les déperditions par renouvellement d'air (VMC) ;
- les infiltrations d'air par les défauts de perméabilité de l'enveloppe ;
- la production d'eau chaude sanitaire ;
- les besoins en éclairage de tous les locaux.

$$Bbio = 2 \times Bbio_{chauffage} + 2 \times Bbio_{climatisation} + 5 \times Bbio_{éclairage}$$

Bbio est exprimé en points ; $Bbio_{chauffage}$, $Bbio_{climatisation}$ et $Bbio_{éclairage}$ en kWh par m² de $SHON_{RT}$ et par an.

Les scénarios : dans cette méthode de calcul, les données climatiques et celles relatives à l'occupation et l'usage des bâtiments sont définies de façon conventionnelle.

Ces différentes conventions ne sont pas adaptées à la prédiction des consommations énergétiques futures d'un bâtiment donné pour les années suivant sa mise en service. Ces données climatiques et ces conventions d'occupation et d'usage ont été définies de façon à être les plus proches possibles des conditions moyennes sur le segment de bâtiment visé.

31.7.2 Cep

Le coefficient Cep exprimé en $kWh_{EP}/(m^2$ de $SHON_{RT}.an)$ d'énergie primaire donne une indication conventionnelle des consommations d'énergie de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire, d'auxiliaires et d'éclairage des bâtiments.

Ce coefficient Cep ajoute au coefficient Bbio l'impact des systèmes énergétiques suivants (leur consommation propre **Cef**) :

- systèmes de chauffage et de refroidissement, y compris les auxiliaires (pompes, ventilateurs) ;
- systèmes d'eau chaude sanitaire y compris les auxiliaires ;
- auxiliaires de ventilation (l'impact des débits d'air étant pris en compte dans les consommations des systèmes de chauffage et de refroidissement, soit dans Bbio) ;
- systèmes d'éclairage complémentaire ;
- systèmes de production locale d'énergie, y compris les auxiliaires.

Nota : la production d'électricité à demeure (par exemple : panneaux photovoltaïques) est déduite de Cep avec un maximum de 12 $kWh_{EP}/(m^2$ de $SHON_{RT}.an)$.

$$Cep = 1 \times Cef_{gaz} + 1 \times Cef_{fuel} + 2{,}58 \times Cef_{électricité} + 0{,}6 \times Cef_{bois}$$

31.8 Valeurs limites des paramètres

31.8.1 Bbiomax

Le coefficient $Bbio_{max}$ du bâtiment est déterminé comme suit :

$$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (Mb_{géo} + Mb_{alt} + Mb_{surf})$$

avec :

$Bbio_{maxmoyen}$: valeur moyenne de $Bbio_{max}$ définie par type d'occupation du bâtiment et par catégorie CE1/CE2 ;

$Mb_{géo}$: coefficient de modulation selon la zone géographique ;

Mb_{alt} : coefficient de modulation selon l'altitude ;

Mb_{surf} : pour les maisons individuelles ou accolées, coefficient selon la surface moyenne des logements du bâtiment.

Catégorie de la construction	Catégorie CE1	Catégorie CE2
$BBio_{max\ moyen}$	60	80

Valeurs des coefficients de modulation de $Bbio_{max}$

Altitude la construction	0 à 400m	401 à 800m	801m et plus
Mb_{alt}	0,0	0,2	0,4

zone	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$Mb_{géo}$	1,2	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Maisons Individuelles		
Maisons CE1 Mb_{surf}	Maisons CE2 Mb_{surf}	$SHON_{RT}$ (m²)
0,25	0,25	<70
0,60 - S/200	0,60 - S/240	70<S<120
0,00	0,00	120<S<140
0,467 – S/300	0,467 – S/333	140<S<200
-0,20	-0,18	>200

Un local de catégorie CE2 est en H2d ou H3 (altitude < 400 m) et exposé aux bruits routiers (grande circulation ou aéroport).

31.8.2 Cepmax

Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la valeur du Cepmax s'élève à 50 kWhEP/(m².an) d'énergie primaire en moyenne, modulé selon la localisation géographique, l'altitude, le type d'usage du bâtiment, la surface moyenne des logements et les émissions de gaz à effet de serre pour le bois énergie et les réseaux de chaleur les moins émetteurs de CO_2.

$$Cep_{max} = 50 \times Mc_{type} \times (Mc_{géo} + Mc_{alt} + Mc_{surf} + Mc_{GES})$$

avec :

Mc_{type} : coefficient de modulation selon le type de bâtiment ou de partie de bâtiment et sa catégorie CE1/CE2 ;

$Mc_{géo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique ;

Mc_{alt} : coefficient de modulation selon l'altitude ;

Mc_{surf} : pour les maisons individuelles ou accolées et les bâtiments collectifs d'habitation, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment ou de la partie de bâtiment ;

Mc_{GES} : coefficient de modulation selon les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées pour l'ensemble des besoins de la construction en chauffage, ventilation, ECS, éclairage, auxiliaires et installations.

Valeurs des coefficients de modulation de Cep_{max}

Catégorie de la construction	Catégorie CE1	Catégorie CE2
Mc_{type}	1	1,2

zone	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$Mc_{géo}$	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8

Altitude la construction	0 à 400m	401 à 800m	801m et plus
Mc_{alt}	0,0	0,2	0,4

Dans le cas d'une utilisation locale de bois énergie comme énergie principale utilisée pour la production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire : $Mc_{GES} = 0,3$

Dans le cas où le bâtiment ou la partie de bâtiment est raccordé à un réseau de chaleur:

Mc_{surf} pour les maisons individuelles et/ou accolées		
Maisons CE1	Maisons CE2	$SHON_{RT}$ (m²)
0,25	0,25	< 70
0,60 – S/200	0,60 – S/240	70 <S < 120
0,00	0,00	120 < S < 140
0,467 – S/300	0,467 – S/333	140 < S < 200
– 0,20	– 0,18	> 200
Immeubles collectifs		
1		Toutes valeurs de S

Tableau synoptique : besoins, consommation en énergie finale et consommation en énergie primaire

Besoins	Consommation en énergie finale	Consommation en énergie primaire
Chauffage (= pertes par parois opaques, vitrées, + ponts thermiques, moins les apports solaires)	Chauffage (= pertes par parois opaques, vitrées, + ponts thermiques, moins les apports solaires)	Production d'énergie : x 1 si fuel x 1 si gaz x 2,58 si électricité x 0,6 si bois
VMC	VMC	x 2,58
ECS	ECS	x 1 si fuel x 1 si gaz x 2,58 si électricité
Eclairage (conso électrique – éclairage naturel)	Eclairage (conso électrique – éclairage naturel)	x 2,58
Total Bbio	Pertes du système ECS	x 1 si fuel x 1 si gaz x 2,58 si électricité
	Equipements électriques, électroménager	x 2,58
	Auxiliaires (pompes)	x 2,58
	Total Cef	Déduire production d'énergie à demeure, dans la limite de 12 kWh/(m².an)
		Total Cep

La RT2012 ne retient que l'énergie primaire ; celle-ci comprend outre l'énergie consommée (compteur), l'énergie pour la production, la transformation et le transport au lieu d'utilisation (l'habitation) ; ainsi 1 kWh relevé sur le compteur d'électricité doit être reporté dans Cep comme valant 2,58 kWh d'énergie primaire.

31.9 Les scénarios

La RT2012 définit des scénarios standards d'occupation des locaux et de comportement des usagers avec calcul sur l'année par période de temps horaire, journalier, hebdomadaire et mensuel ; ces scénarios ont été développés pour être le plus proche possible d'un usage courant, mais ne correspondent pas à l'occupation réelle qui peut être différente selon les occupants ; ce qui explique la différence qu'il peut y avoir entre le Cep et la consommation réelle constatée par les usagers au terme d'une année.

31.10 Malcul des déperditions par les parois

Ce calcul permet de déterminer la valeur de $Bbio_{chauffage}$ pour le bâtiment d'habitation ; il inclut la recherche des caractéristiques thermiques (isolation) des parois et des ponts thermiques et doit être associé au scénario d'occupation des locaux (durée de chauffage et conditions climatiques) ; on obtient ainsi Bbio-chauffage , le flux thermique de déperditions (les besoins en chauffage) sur une année, pour 1 m² moyen de SHONRT.

Avant l'application du scénario on calcule le flux thermique HT à travers l'ensemble des parois du bâtiment pour une différence de température de 1 °K entre l'intérieur chauffé et l'extérieur.

31.10.1 Calcul de H_T

H_T est déterminé par la formule suivante :

$$H_T = H_D + (H_S + H_{SS}) + H_U$$

H_D représente les déperditions à travers les parois (opaques ou vitrées) donnant directement vers l'extérieur.

H_S représente les déperditions à travers les parois en contact direct avec le sol (dallage).

H_{SS} représente les déperditions à travers les parois donnant sur un vide sanitaire ou un sous-sol non chauffé.

H_U représente les déperditions à travers les parois donnant sur des locaux non chauffés et des combles.

31.10.2 Calcul de H_D

$$H_D = \Sigma(A_D \times U) + \Sigma(\ell \times \psi)$$

A_D (m²) est l'aire de l'ensemble des parois donnant sur l'extérieur.

U (W/m².K) est le coefficient surfacique de transmission thermique de la paroi. Il représente le flux de chaleur traversant une paroi de 1 mètre d'épaisseur et de 1 m² de surface, pour une différence de température de 1 °K entre ses deux faces.

ℓ (m) est le linéaire du pont thermique de la liaison.

ψ (W/m.K) est le coefficient de transmission linéique de la liaison.

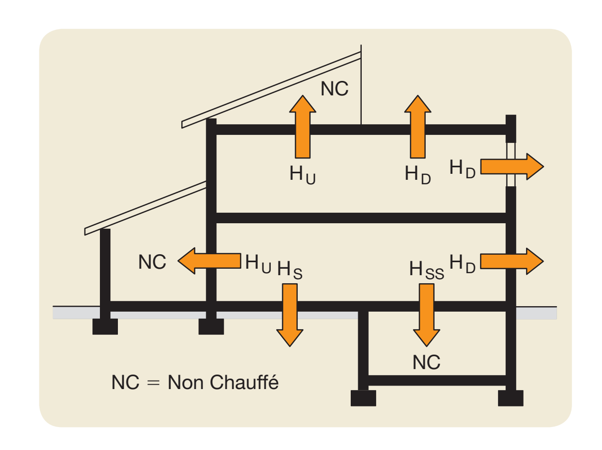
31.10.3 Calcul de HU

$$H_U = [\Sigma(A_U \times U_e) + (\ell \times \psi)] \times b$$

A_U (m²) est l'aire intérieure de la paroi du local chauffé en contact avec un local non chauffé (comble, garage).

U_e (W/m².K) est le coefficient surfacique équivalent de transmission thermique de la paroi (voir tableau ci-dessous).

ℓ et ψ sont définis au § 31.10.4, **b** est défini dans le calcul de H_{SS}.



31.10.4 Calcul de H_S et H_{SS}

$$H_S = \Sigma(A_S \times U) + \Sigma(\ell \times \psi)$$

$$H_{SS} = [\Sigma(A_{SS} \times U) + \Sigma(\ell \times \psi)] \times b$$

A_S (m²) est l'aire intérieure de la paroi en contact avec le sol extérieur (dallage sur terre-plein).

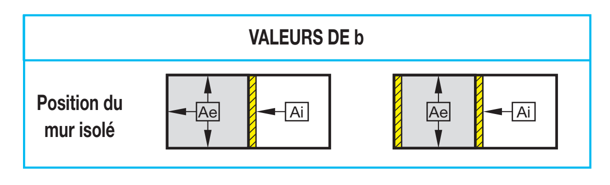
A_{SS} est l'aire intérieure de la paroi en contact avec un sous-sol.

U, ℓ et ψ : Caractéristiques des ponts thermiques.

b est un coefficient de réduction de la température qui dépend des dispositions de la paroi (voir tableau au-dessous).

VALEURS DE b

Position du mur isolé



VALEURS DE U_E (W/m².K)	
Locaux non chauffés	**U_e**
Maisons individuelles	
Garage, cellier, véranda	3
Comble	
- Fortement ventilé	9
- Faiblement ventilé	3
- Très faiblement ventilé	0,3
Logements collectifs	
Hall d'entrée	3
Circulations communes	
- Sans ouverture directe sur l'extérieur	0,0
- Avec ouverture directe sur l'extérieur	0,3
- Avec gaine ouverte en permanence	3
Combles	
- Fortement ventilé	9
- Faiblement ventilé	3
- Très faiblement ventilé	0,3

31.11 Résistance thermique d'une paroi

U, qui caractérise le flux à travers une paroi de 1 m², est égal à l'inverse de la résistance thermique de cette paroi.

$$U = \frac{1}{R}$$

- La résistance thermique d'une paroi caractérise sa **capacité à ralentir la dissipation de l'énergie calorifique.** Cette grandeur caractéristique R s'exprime en m².K/W.
- La résistance thermique d'une paroi composée de plusieurs couches est égale à la somme des résistances thermiques de chacune de ses couches.

$$R = R_{Si} + R_{Se} + \Sigma\left(\frac{e}{\lambda}\right) + \Sigma R_u$$

R_{si} et R_{se} : **résistances superficielles** des parements intérieurs et extérieurs de la paroi.

λ : **conductivité thermique** des matériaux homogènes. Il représente le flux de chaleur traversant un matériau de 1 mètre d'épaisseur et de 1 m² de surface pour 1 °K de différence de température entre ses 2 faces.

Unité : **W/m.K**

Les valeurs des conductivités des principaux matériaux et isolants utilisés en construction sont indiqués page 199.

$\frac{e}{\lambda}$: **résistance thermique** de chacune des couches homogènes d'épaisseur « **e** » (m) et de conductivité thermique « **λ** ».

R_u : **résistance thermique utile** des couches constituées de matériaux non homogènes :

- Parpaings, voir pages 197 et 205.
- Briques de terre cuite, voir page 198.
- Planchers, voir page 205.
- Lames d'air, voir tableau ci-dessous.

VALEURS DES RÉSISTANCES SUPERFICIELLES (m².K/W)

Croquis	Sens du flux	Paroi en contact avec					
		• l'extérieur • un passage ouvert • un local couvert			• un local non chauffé • un comble • un vide sanitaire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
	Horizontal	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
	Ascendant	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
	Descendant	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

RÉSISTANCE DES LAMES D'AIR NON VENTILÉES (m².K/W)

Croquis	Sens du flux	Épaisseur de la lame d'air (mm)						
		5	7	10	15	25	50	100
	Horizontal	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18
	Ascendant	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16
	Descendant	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22

COEFFICIENT Ug DES VITRAGES VERTICAUX (W/m².K)										
Ép. de la lame d'air	Remplissage à l'air					Remplissage à l'argon (85 %)				
	Vitrage non traité	Émissivité du vitrage				Vitrage non traité	Émissivité du vitrage			
		0,10	0,20	0,30	0,40		0,10	0,20	0,30	0,40
6	3,3	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	2,2	2,4	2,5	2,6
8	3,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,9	1,9	2,1	2,3	2,4
10	2,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,8	1,7	1,9	2,1	2,3
12	2,8	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	1,5	1,8	2,0	2,1
14	2,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,6	1,4	1,7	1,9	2,1
15	2,7	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	1,4	1,7	1,9	2,0
16	2,7	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	1,4	1,7	1,9	2,0
18	2,7	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	1,4	1,7	1,9	2,0
20	2,7	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	1,4	1,7	1,9	2,1

COEFFICIENT Uw DES FENÊTRES ET PORTES-FENÊTRES (W/m².K)													
Ug vitrage	Menuiserie PVC						Menuiserie métal			Menuiserie bois			
	Sans soubassement			Avec soubassement			Avec ou sans soubassement			Avec soubassement		Sans soubassement	
	Uf de la menuiserie			Uf de la menuiserie			Uf de la menuiserie			λ du bois		λ du bois	
	1,5	1,8	2,5	1,5	1,8	2,5	3,0	4,0	5,0	0,13	0,18	0,13	0,18
1,4	1,7	1,9	2,1	1,8	1,9	2,2	2,3	2,7	3,0	1,9	2,1	2,0	2,1
1,5	1,8	1,9	2,2	1,8	1,9	2,2	2,4	2,7	3,1	2,0	2,1	2,0	2,2
1,6	1,9	2,0	2,3	1,9	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	2,0	2,2	2,1	2,2
1,7	2,0	2,0	2,3	1,9	2,1	2,4	2,5	2,9	3,2	2,1	2,2	2,1	2,3
1,8	2,0	2,1	2,4	2,0	2,1	2,4	2,6	2,9	3,3	2,2	2,3	2,2	2,4
1,9	2,1	2,2	2,4	2,1	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	2,2	2,4	2,3	2,4
2,0	2,1	2,2	2,5	2,1	2,2	2,5	2,7	3,0	3,4	2,3	2,4	2,3	2,4
2,1	2,1	2,2	2,5	2,1	2,2	2,5	2,7	3,0	3,4	2,3	2,4	2,3	2,4
2,2	2,2	2,3	2,5	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	2,4	2,5	2,3	2,5
2,3	2,3	2,4	2,6	2,2	2,3	2,6	2,8	3,2	3,5	2,4	2,5	2,4	2,6
2,4	2,3	2,4	2,6	2,3	2,4	2,7	2,9	3,2	3,6	2,5	2,6	2,5	2,6
2,5	2,4	2,5	2,7	2,4	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	2,6	2,7	2,5	2,7
2,6	2,5	2,6	2,8	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,7	2,6	2,8	2,6	2,7
2,7	2,6	2,6	2,9	2,5	2,6	2,8	3,1	3,4	3,8	2,7	2,8	2,7	2,8
2,8	2,6	2,7	2,9	2,6	2,7	2,9	3,1	3,5	3,8	2,8	2,9	2,7	2,9
2,9	2,7	2,8	3,0	2,6	2,7	3,0	3,2	3,6	3,9	2,8	3,0	2,8	2,9

COEFFICIENT Uw DES PORTES COURANTES (W/m².K)					
Type de remplissage / Nature de la menuiserie	pleines	avec vitrage simple et proportion de vitrage pv		avec vitrage double et proportion de vitrage pv	
		pv < 30 %	30 % < pv < 60 %	pv < 30 %	30 % < pv < 60 %
Portes en bois					
– avec montant courant	3,5	4,0	4,5	3,3	3,3
– avec montant de 45 mm	3,3	4,0	4,5	3,3	3,3
Portes en métal	5,8	5,8	5,8	5,5	4,8
Portes en verre	5,8	-	-	-	-

BLOCS CREUX EN BÉTON R_U (m².K/W)					
Profil	Ép. (cm)	Ru (m².K/W)	Profil	Ép. (cm)	Ru (m².K/W)
	5	0,07		20	0,29
	7,5	0,1		22,5	0,30
	10	0,12		25	0,32
	15	0,14		27,5	0,34
	15	0,18		5	0,03
	17,5	0,21		7,5	0,05
	20	0,23		5	0,04

PLANCHERS AVEC ENTREVOUS EN BÉTON ET TERRE CUITE R_U (m².K/W)							
Profil	Entraxe des poutrelles (mm)	Hauteur des entrevous (mm)					
		80	120	160	200	250	300
	500 à 600	0,11	0,13	0,15	0,17	0,20	0,22
	601 à 700	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23
	500 à 600	-	-	-	0,22	0,26	0,30
	601 à 700	-	-	-	0,23	0,27	0,31
	500 à 600	-	0,22	0,26	0,29	0,33	-
	601 à 700	-	0,24	0,28	0,31	0,35	-
	500 à 600	-	-	0,28	0,31	0,35	-
	601 à 700	-	-	0,30	0,33	0,37	-

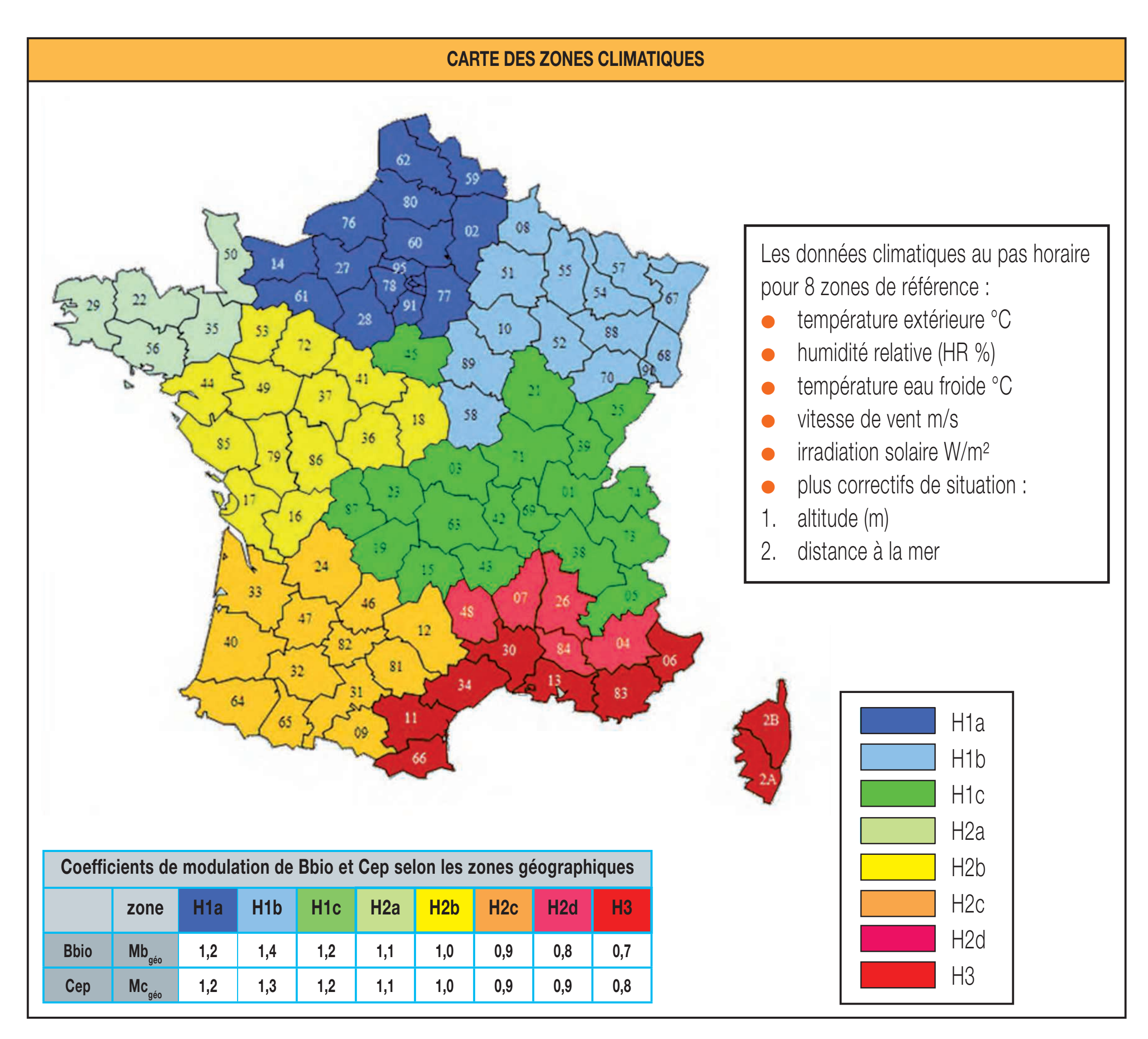
PLANCHERS AVEC ENTREVOUS EN POLYSTYRÈNE EXPANSÉ R_U (m².K/W)						
Profil	Entraxe des poutrelles (mm)	Largeur de la poutrelle (mm)	Hauteur des entrevous (mm)			
			120	150	170	200 et +
Entrevous chanfreiné	550 à 600	95 à 125	0,54	0,60	0,63	0,68
		126 à 140	0,47	0,52	0,55	0,59
	601 à 630	95 à 125	0,58	0,65	0,69	0,74
		126 à 140	0,51	0,57	0,60	0,65
	> 630	95 à 125	0,61	0,68	0,72	0,77
		126 à 140	0,54	0,60	0,64	0,68

Profil	Entraxe des poutrelles (mm)	Épaisseur de la languette (mm)	Hauteur des entrevous (mm)			
			120	150	170	200 et +
Entrevous à languette	550 à 600	40	2,07	2,20	2,26	2,35
		50	2,32	2,45	2,51	2,60
	601 à 630	40	2,15	2,29	2,37	2,46
		50	2,40	2,55	2,62	2,73
	> 630	40	2,19	2,34	2,43	2,53
		50	2,44	2,60	2,69	2,80

CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DES MATÉRIAUX

	Matériaux	Masse volumique kN/m³	λ W/m.K
Bétons	Béton de granulats lourds	24,00	1,75
Bétons	Bétons caverneux de granulats lourds	20,00	1,40
Bétons	Béton caverneux lourd de laitier	18,00	0,70
Bétons	Béton de pouzzolane ou laitier	16,00	0,52
Bétons	Béton de ponce naturelle	11,50	0,46
Bétons	Béton d'argile expansée	18,00	1,05
Bétons	Béton de perlite ou de vermiculite	8,00	0,31
Bétons	Béton de perlite ou de vermiculite	6,00	0,24
Bétons	Béton cellulaire autoclavé	8,00	0,33
Bétons	Béton cellulaire autoclavé	6,00	0,22
Bétons	Béton de fibres de bois	6,50	0,16
	Mortier pour enduits et joints	21,00	1,15
Plâtres	Plâtre sans granulats serrés	13,00	0,50
Plâtres	Plâtre courant pour enduit et plaques	10,00	0,35
	Fibres-ciment en plaques	20,00	0,95
Étanchéité	Asphalte pur	21,00	0,70
Étanchéité	Asphalte sablé	21,00	0,70
Étanchéité	Feutres et cartons bitumés	11,00	0,23
Isolants	Laine de roche		
Isolants	RA1	0,18 à 0,2	0,047
Isolants	RA2	0,25 à 0,3	0,041
Isolants	RA3	0,35 à 0,8	0,038
Isolants	RB3	0,60 à 1,0	0,039
Isolants	RB4	1,00 à 1,8	0,041
Isolants	Polystyrène expansé		
Isolants	Découpé dans des blocs moulés		
Isolants	en discontinu		
Isolants	référence BM	0,10	0,047
Isolants	référence DM	0,15	0,041
Isolants	référence FM	0,24	0,037
Isolants	Plaques moules		
Isolants	en continu		
Isolants	référence BC	0,10	0,047
Isolants	référence CC	0,13	0,043
Isolants	référence DC	0,15	0,041
Isolants	référence EC	0,20	0,039
Isolants	référence FC	0,25	0,037
Isolants	Polystyrène moulé extrudé	0,28 à 0,4	0,042
Isolants	Liège comprimé	5,00	0,10
Isolants	Liège expansé aggloméré	1,50	0,043
	Caoutchouc synthétique	15,00	0,40
	Nylon, rilsan, polyester	14,00	0,20
	Altuglass et plexiglass	14,00	0,20
	Verre	25,00	1,00

	Matériaux	Masse volumique kN/m³	λ W/m.K
Pierres	Calcaire tendre	18,40	0,95
Pierres	Calcaire ferme	23,40	1,70
Pierres	Marbre	26,00	2,90
Pierres	Grès, meulière	23,40	1,70
Pierres	Terre comprimée	19,00	1,05
Pierres	Granit, basalte, gneiss	30,00	3,50
Bois	Feuillus mi-lourds (chêne, fruitiers, hêtre)	7,50	0,18
Bois	Résineux mi-lourds (pin)	6,00	0,15
Bois	Feuillus légers (peuplier)	4,50	0,18
Bois	Résineux légers (sapin)	4,50	0,13
Panneaux	Panneaux de fibres de bois	10,00	0,20
Panneaux	Panneaux isolants (isorel mou)	2,50	0,058
Panneaux	Panneaux asphaltés dans la masse	3,00	0,065
Panneaux	Panneaux de particules pressés à plat	7,50	0,17
Panneaux	Panneaux de fibres de lin	6,00	0,12
Panneaux	Contre-plaqué et latté pin	5,50	0,15
Panneaux	Contre-plaqué et latté en okoumé ou peuplier	4,50	0,12
Panneaux	Panneau de paille comprimée	3,50	0,12
Isolants	Mousse rigide de PVC	0,25 à 0,3	0,031
Isolants		0,35 à 0,4	0,034
Isolants	Mousse de polyuréthane	0,15 à 0,3	0,040
Isolants	référence AD et BD	0,30 à 0,4	0,030
Isolants	référence CD et DD	0,40 à 0,6	0,035
Isolants	référence ED	0,60 à 0,7	0,040
Isolants	Laine de verre		
Isolants	Classe VA VA1	0,07 à 0,0	0,047
Isolants	VA3	0,12 à 0,1	0,039
Isolants	VA5	0,25 à 0,6	0,034
Isolants	Classe VB VB1	0,07 à 0,0	0,051
Isolants	VB3	0,12 à 0,1	0,041
Isolants	VB5	0,25 à 0,6	0,035
Isolants	Classe VC VC1	0,07 à 0,0	0,056
Isolants	VC3	0,12 à 0,1	0,044
Isolants	VC5	0,25 à 1,3	0,036
Isolants	Classe VD VD1	0,07 à 0,0	0,054
Isolants	VD2	0,09 à 0,1	0,048
Isolants	VD3	0,12 à 0,2	0,043
Isolants	Classe VE VE1	0,55 à 0,8	0,037
Matériaux	Acier	78,00	50,00
Matériaux	Aluminium	27,00	230,00
Matériaux	Cuivre	89,00	380,00
Matériaux	Laiton	84,00	120,00
Matériaux	Zinc	72,00	110,00
Matériaux	Plomb	11,30	35,00



Coefficients de modulation de Bbio et Cep selon les zones géographiques									
	zone	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Bbio	$Mb_{géo}$	1,2	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Cep	$Mc_{géo}$	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8

Exemples de valeurs envisageables pour satisfaire aux exigences de la RT 2012

Habitation	très économe	économe	moyennement économe
PAROIS COURANTES			
U mur (m².K/W)	0,2	0,28	0,36
U toiture (m².K/W)	0,1	0,15	0,2
U plancher bas (m².K/W)	0,2	0,2	0,3
U fenêtres (Uw)	1,4	1,6	1,8
U coffre de volet roulant	0,5	1,0	1,5
U portes (Uw)	1,0	1,5	2,0

Habitation	très économe	économe	moyennement économe
PONTS THERMIQUES			
Murs extérieurs avec	Habitation	Habitation	Habitation
Plancher bas sur VS (m.K/W)	0,1 (entrevous duo)	0,3	0,65 (planelle)
Plancher bas sur terre plein (m.K/W)	0,23 entrevous duo)	0,3	0,65 (planelle)
Plancher Intermémdiaire	0,11 (rupteur)	0,23	0,65 (planelle)
Combles (m.K/W)	0,06	0,06	0,06
Pignons (m.K/W)	0,11	0,11	0,11
Terrasse (m.K/W)	0,2	0,65	0,65 (planelle)
Refend (m.K/W)	0,12	0,2	0,70

31.12 Les solutions techniques pour les maisons individuelles non climatisées

Les dispositions qui suivent sont extraites de la RT 2005 qui a prévu une solution « sans calcul » pour les maisons individuelles non climatisées ; elles peuvent constituer une base de conception pour une maison d'habitation conforme à la RT 2012 (tout comme le tableau en bas de la page précédente), tout en sachant que le passage par un logiciel agréé est la voie unique de justification pour le règlement thermique.

Ces solutions techniques ne concernent que les maisons d'habitation non climatisées, dont la surface habitable est inférieure à 250 m², la surface des portes et fenêtres est inférieure à 25 % de la surface habitable, l'inertie est au moins « légère ».

Cette solution technique traite successivement des obligations de la **thermique d'hiver** puis de celles de la **thermique d'été**. Ces obligations doivent simultanément être remplies.

Une maison est d'inertie au moins légère si toutes ses pièces principales sont d'**inertie au moins légère**. Une pièce est d'inertie au moins légère si elle possède les caractéristiques suivantes :

Cas a) : le plancher est en bois sans autre revêtement de surface que de la moquette ou du PVC : – les cloisons intérieures doivent avoir un revêtement en plâtre de part et d'autre d'au moins 1 cm d'épaisseur, le mur extérieur doit avoir un revêtement en plâtre de 1 cm et le plafond un revêtement en plâtre de 2 cm, ou – les cloisons intérieures doivent être en brique ou béton, le plafond et les murs doivent avoir un revêtement en plâtre d'au moins 1 cm d'épaisseur.

Cas b) : le plancher est d'une autre nature (béton, poutrelles-hourdis) : – les cloisons doivent avoir un revêtement en plâtre de part et d'autre d'au moins 1 cm d'épaisseur, ou – les murs et le plafond doivent avoir un revêtement intérieur en plâtre d'au moins 1 cm d'épaisseur.

31.12.1 Obligations relatives à la thermique d'hiver

Zones climatiques	Nombre total de points exigés	Dont points concernant l'enveloppe (A, B, C, D)
H1 et H2	21 points	9 points
H3	19 points	5 points

A- Conception bioclimatique

Autres cas	Surface des baies orientées Sud ≥ SHab/15 et Surf des baies Nord ≤ SHab/15	Surface des baies orientées Sud ≥ SHab/15 et Surf des baies Nord ≤ SHab/30
BIOa	BIOb	BIOc
0 point	1 point	2 points

B- Isolation des parois opaques

Résistance thermique minimale des parois R (m².K/W) :

paroi		Murs ext	Pl. bas sur VS	Pl. bas sur terre plein	Plafonds, combles, toitures
OPAa	0	≥ 2,2	≥ 2,4	≥ 1,7	≥ 4,0
OPAb	1	≥ 2,3	≥ 2,7	≥ 1,9	≥ 4,3
OPAc	2	≥ 2,5	≥ 3,0	≥ 2,1	≥ 4,5
OPAd	3	≥ 2,7	≥ 3,2	≥ 2,3	≥ 4,8
OPAe	4	≥ 2,9	≥ 3,5	≥ 2,5	≥ 5,09
OPAf	5	≥ 3,2	≥ 4,0	≥ 2,9	≥ 5,5

C- Ponts thermiques

Il convient de vérifier les liaisons entre murs extérieurs et planchers haut (combles, toiture), intermédiaire, bas (VS, terre- plein).

Exemple : Liaison murs extérieurs-plancher intermédiaire :

Cas a : plancher en béton plein ou à entrevous béton d'épaisseur inférieure ou égale à 15 cm ou terre cuite d'épaisseur inf. ou égale à 17 cm et planelle en about de plancher sur un mur en maçonnerie ;

Cas b : plancher à poutrelles et entrevous isolants ou plancher avec rupteur de pont thermique et mur isolé par l'extérieur ;

Cas c : plancher lourd et mur à isolation répartie et pont thermique traité ;

Cas d : plancher léger ;

Cas e : pas de plancher intermédiaire.

Plancher en béton plein ou à entrevous	Avec rupteur de pont thermique	Pont thermique traité	Plancher léger	Pas de plancher intermédiaire
PINa	PINb	PINc	PINd	PINe
0 point	1 point	1 point	2 points	2 points

D- Baies

BAT a	BAT b	BAT c
0 point	1 point	2 points

Cas général pour tout type de baies :		
Uw ≤ 2,6 W/m^2.K	Uw ≤ 1,8 W/m^2.K	Uw ≤ 1,4 W/m^2.K
Produits marqués ACOTHERM		
Th6 ou Th7	Th8 ou Th9	Th10 ou Th11
Baies avec **menuiseries bois** et double vitrage certifiés CEKAL et procédure d'autocontrôle :		
Uw ≤ 1,8 W/m^2.K	Uw ≤ 1,4 W/m^2.K	-
Baies avec **menuiseries bois** et double vitrage certifiés CEKAL et démarche« Menuiserie 21 » :		
Uw ≤ 2,6 W/m^2.K	Uw ≤ 2,0 W/m^2.K	Uw ≤ 1,6 W/m^2.K
	Uw ≤ 2,6 W/m^2.K et fermeture NF avec R ≥ 0,15m^2.K/W	Uw ≤ 2,0 W/m^2.K et fermeture NF avec R ≥ 0,15m^2.K/W
Baies avec menuiseries métalliques et double vitrage certifiés CEKAL et Avis Technique :		
Uw ≤ 2,4 W/m^2.K	Uw ≤ 1,8 W/m^2.K	Uw ≤ 1,4 W/m^2.K
Baies avec menuiseries métalliques et double vitrage certifiés CEKAL et Avis Technique et fermeture NF :		
Uw ≤ 2,6 W/m^2.K	Uw ≤ 2,0 W/m^2.K	Uw ≤ 1,6 W/m^2.K

E- Ventilation

VMC autoréglable	VMC autoréglable marquée NF	VMC hygroréglable CST-Bat class E	VMC hygroréglable CST-Bat classe C
VMC a	VMC b	VMC c et d	VMC e
0 point	1 point	2 points	3 points

F- Système de chauffage et d'eau chaude sanitaire

F.1 Chauffage au fuel ou au gaz

Chaudière basse températureCA ≤ 1,5 ou robinets thermost.	Chaudière basse température et radiateurs avec régulation CA ≤ 0,8	Chaudière à condensation avec régulation CA ≤ 1,5 ou robinets thermostatiques	Chaudière à condensation et radiateurs avec régulation CA ≤ 0,8
CEE a	CEE b	CEE c	CEE d
1 point	3 points	3 points	5 points

Autres configurations : interdites.

F.2 ECS par effet Joule

Panneaux rayonnants avec régul. CA ≤ 1,5	Plancher chauffant avec régulation terminale CA ≤ 1,5	Plancher rayonnant avec régulation CA ≤ 1,1 Ou panneau rayonnant cat.C	Plancher chauffant avec régulation terminale CA ≤ 0,8
CEJ a	CEJ b	CEJ c	CEJ d
0 point	0 point	0 point	2 points

Autres configurations : interdites.

F.23 ECS par effet Joule et Chauffage thermodunamique pat PAC air/eau

2,7 ≤ COP ≤ 3,2	3,2 ≤ COP ≤ 3,8	COP ≥ 3,8
CPA a	CPA b	CPA c
1 point	3 points	5 points

Autres configurations : interdites.

F.3 ECS par capteurs solaires thermiques

SHONRT\ zones	H1a, H1b, H2a	H1c, H2b, H2c	H2d, H3
S ≤ 100m^2	3,5 m^2	2,5 m^2	2,0 m^2
100 ≤ S < 140	4,0 m^2	2,0 m^2	2,5 m^2
140 ≤ S < 180	4,5 m^2	3,5 m^2	3,0 m^2
S ≥ 180m^2	5,0 m^2	4,0 m^2	3,5 m^2

Pas d'équipement solaire thermique pour l'ECS	Equipement solaire thermique pour ECS associé à système de chauffage et d'appoint pour ECS	
	par effet Joule ou PAC	par fuel ou gaz
ESO a	ESO b	ESO c
0 point	3 points	2 points

F.4 Installation solaire photovoltaïque

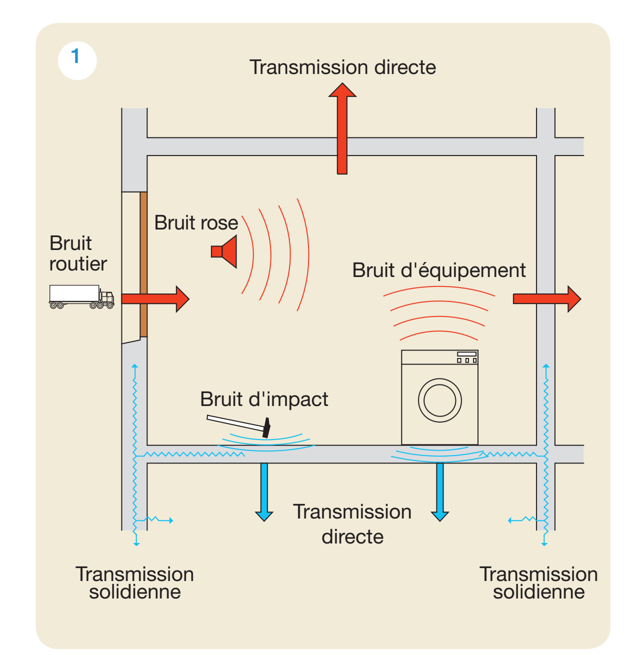
Zone climatique	Orientation ; inclinaison par rapport à l'horizontale
H1	Entre Sud-Sud-Est et Sud-Sud-Ouest si Incl. > 60° Entre Est et Ouest en passant par le Sud si incl ;< 60°
H2	Entre Est-Sud-Est et Ouest-Sud-Ouest si Incl.> 60° Entre Est et Ouest en passant par le Sud si incl. < 60°
H3	Entre Est et Ouest en passant par le Sud si incl. < 60°

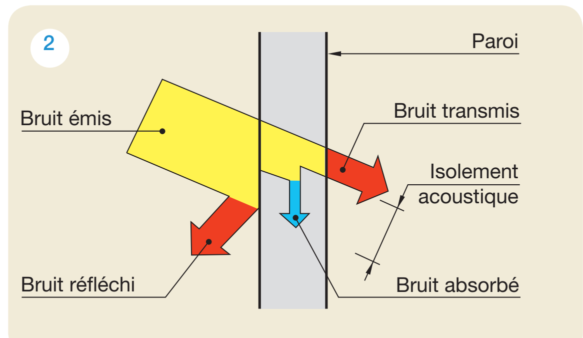
	Pas d'équipement photovoltaïque	Equipement photovoltaïque associé à un système de chauffage	
		électrique	au fuel ou au gaz ou par PAC
zones	PHVa	PHVb	PHVc
H1a, H1b, H1c, H2a	0 point	1 point	3 points
H2b, H2c	0 point	2 points	4 points
H2d, H3	0 point	3 points	5 points

32 Isolation acoustique

32.1 Définitions (fig. 1 et 2)

- **Bruits aériens :** bruits prenant naissance et se propageant dans l'air. On distingue :
  - les bruits routiers qui proviennent de l'extérieur.
  - les bruits roses qui prennent naissance à l'intérieur du logement (voix, musique...).
- **Bruits d'impact :** dus aux chocs appliqués à la structure (pas, déplacement de meubles, claquement de porte...).
- **Bruits d'équipement :** bruits générés par les appareils et canalisations de toute nature, ils se propagent par voie aérienne ou solidienne (VMC, ascenseurs, sanitaires...).
- **Décibel (A) :** unité exprimant un niveau sonore global, tenant compte de la variation de la sensibilité de l'oreille humaine aux différentes fréquences.
- **DnT,A :** isolement normalisé minimal requis pour une paroi vis à vis des bruits aériens. S'exprime en dB.
- **L'nT,w :** niveau sonore maximal autorisé vis-à-vis des bruits d'impacts et d'équipements. S'exprime en dB.





32.2 Réglementation

L'Arrêté du 30 juin 1999 et la réglementation européenne fixent les performances acoustiques minimales des bâtiments d'habitation neufs. Le tableau ci-dessous indique ces valeurs exprimées en dB (*).

Nature du bruit	Local d'émission	Local de réception	
		Pièce principale	Cuisine, salle de bains
Bruits roses (DnT,A) (dB)	Logement d'habitation	⩾ 53	⩾ 50
	Circulation commune comportant une porte palière et une autre porte	⩾ 40	⩾ 37
	Circulation commune autres cas	⩾ 53	⩾ 50
	Garage	⩾ 55	⩾ 52
	Local d'activités	⩾ 58	⩾ 55
Bruits routiers (DnT,A) (dB)	Extérieur du bâtiment	⩾ 30	⩾ 30
Bruits d'impacts (L'nT,w) (dB)	Plancher (autre que celui du logement de réception)	⩽ 58	-
Bruits d'équipements (L'nT,w) (dB)	Appareil individuel de chauffage	⩽ 35	⩽ 50
	Appareil individuel de chauffage placé dans une cuisine ouverte	⩽ 45	-
	Appareil individuel de climatisation	⩽ 40	⩽ 50
	Ventilation mécanique (en position de débit maximum)	⩽ 30	⩽ 35
	Équipements collectifs (chaufferie, ascenseurs...)	⩽ 30	⩽ 35
	Équipement individuel d'un autre logement	⩽ 30	⩽ 35

* Ces valeurs doivent être mesurées *in situ*, une tolérance de 3 dB est autorisée.

PRINCIPES D'ISOLATION ACOUSTIQUE

Dispositions	Efficacité			Commentaires
Éloignement-masques	++	0	0	On gagne 3 dB chaque fois que l'on double la distance par rapport à la source du bruit. Les écrans doivent être assez hauts et ne pas être composés uniquement de végétaux.
Pièces de service Disposition des pièces	++	0	0	Placer du côté des sources de bruit les circulations communes, les coursives, les pièces de service. Placer les pièces principales du côté calme.
Placards	++	0	+	L'interposition de placards continus entre 2 pièces principales procure un affaiblissement appréciable. Cette disposition, comme la précédente, a le mérite de ne rien coûter.
Éloignement des baies	++	0	0	En éloignant les fenêtres le plus possibles les une des autres, on réduit gratuitement de façon efficace, les transmissions indirectes des bruits aériens.
Menuiseries-vitrages	++	0	0	La qualité des menuiseries contribue de façon importante à l'isolation des façades. Limiter les surfaces vitrées, utiliser des vitrages doubles et épais, des ouvrants avec bonne étanchéité. Voir p. 212 le classement acoustique des menuiseries.
Désolidarisation	0	0	+++	Un traitement efficace contre les bruits d'équipements consiste à désolidariser par des appuis et des joints souples tous les matériels, gaines et canalisations. Un capotage doublé de laine minérale est une solution pour certains équipements (gaines de climatisation, VMC).

Dispositions	Efficacité			Commentaires
Paroi lourde	++	0	0	La masse est le premier facteur d'affaiblissement aux bruits aériens. On gagne 5 dB chaque fois que l'on double la masse d'une paroi. Prévoir 16 à 20 cm de béton pour les parois séparatives. Voir abaque page 212.
Doublage du mur	++	0	+	Un doublage constitué de 70 mm de laine minérale plus plaque de plâtre BA 13 placé sur un voile de 18 cm procure un affaiblissement de 7 dB. N'utiliser que des polystyrènes de type dB.
Paroi composée	+++	+	+	Constituée de plaques de plâtre sur ossature métallique et âme en laine minérale, ce type de paroi possède des performances élevées pour une masse faible (Rw > 60 dB. Voir tableau page 212.
Revêtement	+	0	0	Les revêtements doivent être souples et absorbants (aiguilleté, moquette, mousse...). Cette disposition est surtout efficace en correction acoustique.
Paroi double	+++	++	++	La masse des 2 parois doit être différente et chacune supérieure à 150 kg/m². Utiliser des isolants en laine minérale d'épaisseur > 50 mm. Disposition coûteuse.
Revêtement de sol	0	+	+	Le gain apporté aux bruits d'impacts par un revêtement est de l'ordre de : 10 à 25 dB pour les moquettes et tapis, de 7 à 19 dB pour les sols plastiques, faible, voire nul pour les carrelages et parquets scellés.
Dalle flottante	+	+++	++	Cette disposition permet de gagner jusqu'à 30 dB aux bruits d'impacts. La couche résiliente peut être constituée d'un feutre sol ou d'une laine minérale comprimée (ép. > 20 mm), elle doit être relevée sur le pourtour.
Faux plafond	++	+	+	Cette disposition améliore l'affaiblissement acoustique de la paroi, mais elle est surtout efficace pour la correction acoustique du local dans lequel elle est placée.

32.3 Affaiblissement acoustique

L'affaiblissement aux bruits aériens d'une paroi est défini par un indice R_A exprimé en dB. Plus R_A est élevé et plus la paroi est isolante. Pour les parois homogènes, on peut obtenir R_W à partir de l'abaque loi de masse ci-dessous.
Pour les parois composites, consulter le tableau ci-contre.

32.4 Coefficient d'absorption (α Sabine)

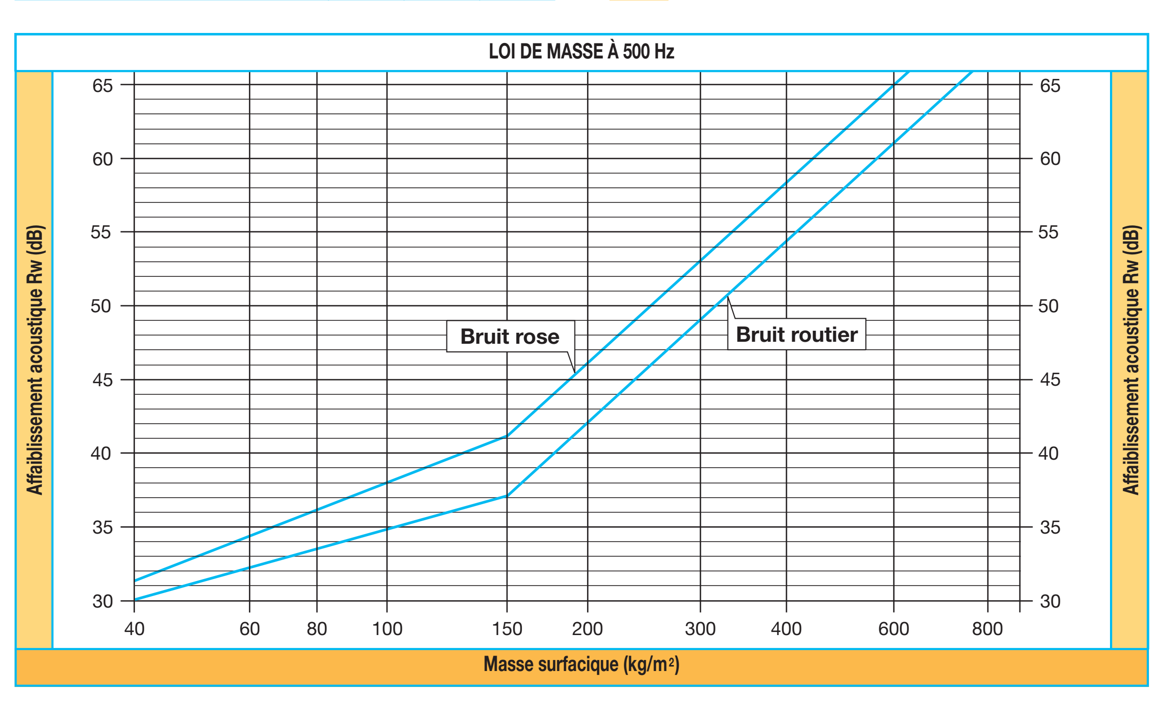
Permet d'évaluer l'aire équivalente d'absorption des parois d'un local, voir tableau ci-dessous.

COEFFICIENT D'ABSORPTION α

Matériaux de revêtement	Fréquences en Hz		
	500	1 000	2 000
Plâtre peint	0,02	0,03	0,04
Enduit au mortier	0,03	0,04	0,05
Glace ou vitrage	0,03	0,03	0,02
Contreplaqués posé à 5 cm du mur	0,35	0,12	0,10
Plafond acoustique	0,78	0,85	0,91
Porte pleine en bois	0,10	0,09	0,08
Porte isoplane en contreplaqué	0,17	0,09	0,10
Parquet sur lambourdes	0,10	0,07	0,08
Parquet collé sur chape	0,06	0,06	0,06
Carrelage	0,02	0,03	0,04
Moquette posée sur chape	0,21	0,26	0,27
Dalles thermoplastique collées	0,04	0,04	0,03
Linoléum posé sur feutre	0,09	0,10	0,12

INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R

	Éléments	Ép. cm	Affaiblissement Rw (dB)
Murs	Blocs pleins en béton	15	55
	enduit 2 faces	20	59
	Blocs creux à parois minces	20	52
	Blocs creux à parois épaisses	20	55
	Briques pleines	22	55
	Briques creuses	20	45
Planchers	Dalles pleines et prédalles		voir abaque
	Plancher à poutrelles et entrevous en béton de gravillon	12 + 4	48
		16 + 4	49
		20 + 4	50
		25 + 4	51
Cloisons	Carreaux de plâtre	7	35
		10	38
	Plaques BA 13 avec	5	31
	âme alvéolée	7	33
	Plaques BA 13 sur ossature métal	7	39
Séparatives	2 plaques BA 13 sur ossature métal		
	avec 70 mm de laine minérale	14	60
	avec 85 mm de laine minérale	20	65
	3 plaques BA 13 sur ossature métal		
	avec 100 mm de laine minérale	26	68
Fenêtres	Fenêtre classe AC 1		30
	Fenêtre classe AC 2		36
	Fenêtre classe AC 3		42



33 Charges dues à la neige

En France deux règlements définissent l'action de la neige sur les constructions : les règles «N84» modifiées 1995 et l'EuroCode 1 (EC1-ENV 1991).
L'EC1 est développé ci-dessous.

L'action de la neige est une charge verticale uniformément répartie sur la couverture rapportée à sa projection sur l'horizontale, elle s'exprime en kN/m² de projection horizontale.
Cette charge dépend de :

- la région de la construction,
- de l'altitude du lieu,
- de la géométrie de la toiture,
- du vent et de la présence de dispositifs d'arrêt de neige.

33.1 Charges sur les toitures

33.11 La charge de neige s

Elle est déterminée par la relation charge normale

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot (S_k + S_{maj})$$

Dans cette expression :

S_k (kN/m²) est la charge de neige au sol au droit de la construction, elle dépend de la région (voir carte) et de l'altitude du lieu (voir tableaux 1 et 2).

$$S_k = S_{k200} + \Delta S_k$$

où S_{k200} est la charge de neige pour les lieux d'altitude inférieure ou égale à 200 m et **ΔS_k** la correction pour altitude quand celle-ci est supérieure à 200 m.

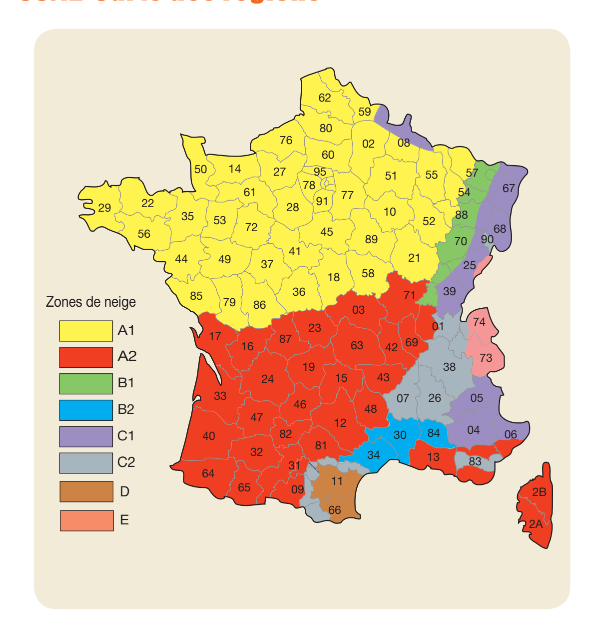
S_{maj} majoration pour faible pente (voir chapitre 33.26)

C_e est un coefficient d'exposition :
C_e = 0,8 site balayé par les vents (zone plate, sans obstacle protégeant la construction du vent) ;
C_e = 1 site normal (zone où il n'y a pas balayage de la neige par le vent) ;
C_e = 1,2 site protégé des vents (zone où la construction est plus basse que le terrain, il peut y avoir accumulation de neige).

C_t est un coefficient thermique égal 1 pour les toitures opaques, et inférieur à 1 pour les toitures vitrées.

μ_i est un coefficient de forme, dont la valeur dépend de la forme géométrique de la toiture, du vent, qui peut distribuer la neige sur les versants, provoquant des surcharges, et de la présence éventuelle de dispositifs d'arrêt de neige.

33.12 Carte des régions



33.13 Charge de neige au sol S_k

Tableau 1

Valeurs de S_{k200} (EC1 Application Nationale mai 2007) en kN/m²

Zone	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
S_{k200}	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40
ΔS_k	$\Delta S_k 1$							$\Delta S_k 2$

Tableau 2

Valeurs de ΔS_k en kN/m² (corrections pour altitude) : tableau 3

Altitude A (m)	$\Delta S_k 1$	$\Delta S_k 2$
inférieure à 200 m	0	0
de 200 à 500 m	$\frac{A}{1000} - 0{,}20$	$\frac{1{,}5.A}{1000} - 0{,}30$
de 500 à 1000 m	$\frac{1{,}5.A}{1000} - 0{,}45$	$\frac{3{,}5.A}{1000} - 1{,}30$
de 1000 à 2000 m	$\frac{3{,}5.A}{1000} - 2{,}45$	$\frac{7.A}{1000} - 4{,}80$
supérieure à 2000 m	Au delà de 2000 m d'altitude, S_k dépend des conditions locales (majoration maxi de 50 %) et doit être précisée dans les Documents Particuliers du Marché	

33.2 Coefficients de forme μ_i

33.21 Toitures à un seul versant et toitures plates

Tableau 1 (voir aussi figure 1)

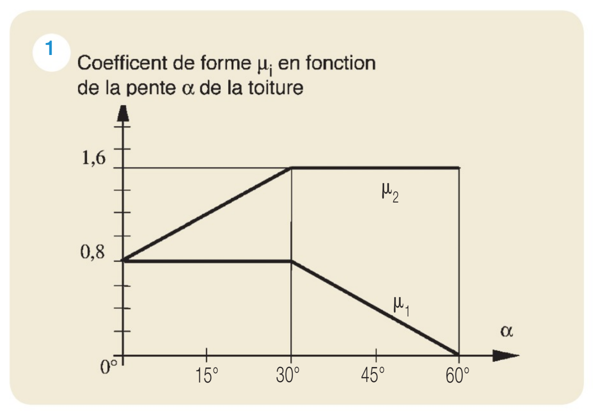
α (°)	0° ≤ α ≤ 30°	30° < α < 60°	α ≥ 60°
μ_1	0,8	0,8(60-α)/30	0,0
μ_2	0,8 + 0,8.α/30	1,6	-

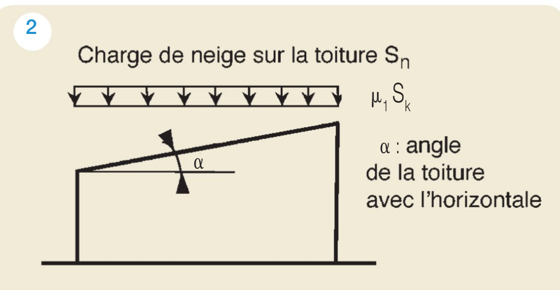
Pour une toiture à un seul versant la charge de neige uniformément répartie en projection sur l'horizontale est donnée par la formule $S_n = \mu_1.S_k$.

La valeur de μ_1 est plafonnée à 0,8, mais ne pas oublier de tenir compte de la majoration pour faible pente S_{maj} si la pente est inférieure à 5% (voir chapitre 33.26).

33.22 Présence de dispositifs d'arrêt de neige

Ces dispositifs empêchent la neige de glisser de la toiture. Il convient de prendre μ_1 égal à 0,8 quel que soit l'angle de la toiture. Ces dispositifs sont soit des crochets à neige, soit des barres à neige.





CORRECTION POUR ALTITUDE ΔSK

Correction pour altitude ΔSk (kN/m²)

0 1 2 3 4 5 6 7 8

ΔSk1

ΔSk2

- Au-delà de 2000 m d'altitude, S_k dépend des conditions locales (majoration maxi de 50 %) et doit être précisées dans les Documents Particuliers du Marché

0 m 200 m 500 m 1000 m 1500 m 2000 m A : Altitude au sol du lieu

33.23 Toitures à deux versants

On utilise le tableau 1 du (§ 33.21) pour le coefficient μ_1 et les dispositions de charges de la figure 1 :

- Cas (i) disposition de charge sans accumulation de neige due au vent (vent faible à modéré).
- Cas (ii) disposition de charge avec accumulation sur le versant de droite
- Cas (iii) disposition de charge avec accumulation sur le versant de gauche.

33.24 Toitures à versants multiples

Il convient de tenir compte des possibilités d'accumulation de la neige dans les cas particuliers comme les noues et les toitures à versants multiples, comme indiqué sur la figure 2, avec

$$\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2)/2.$$

33.25 Présence d'acrotère ou d'obstacle en toiture

Tout obstacle sur la toiture permet au vent de créer des accumulations sur une surface importante. La présence d'acrotère ou de toute saillie doit être étudiée comme sur la figure 3, avec $l_s = 2h$, mais jamais inférieure à 5m, ni supérieure à 15m. (Rappel : $0{,}8 \leq \mu_2 \leq 1{,}6$).

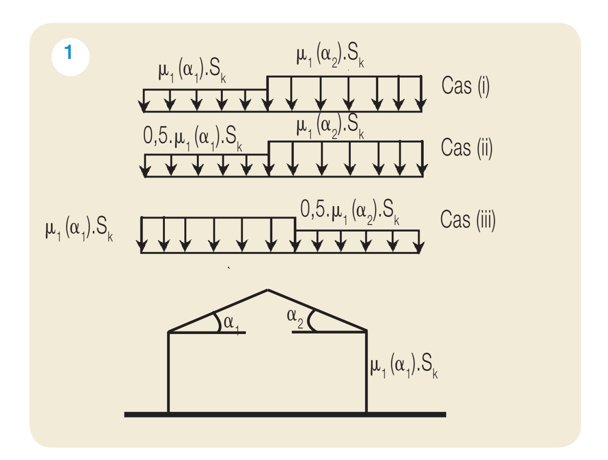
33.26 Majoration pour faible pente S_{maj}

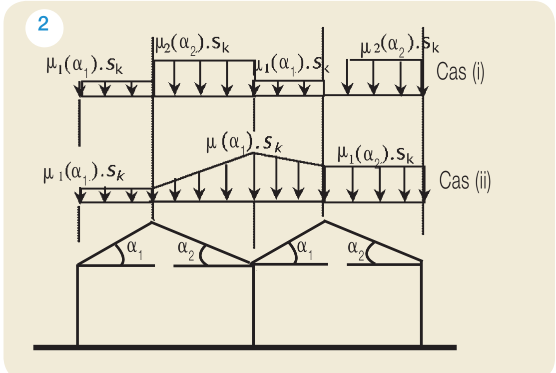
Lorsque la toiture comporte des zones dont la pente vis-à-vis de l'écoulement de l'eau est inférieure à 5 %, il y a lieu, pour tenir compte de l'augmentation en cas de pluie de la densité de la neige résultant des difficultés d'évacuation de l'eau, de majorer la charge de neige sur ces zones de S_{maj} :

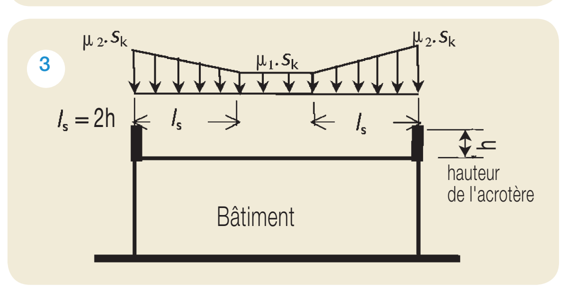
S_{maj} = 0,2 kN/m² lorsque leur pente est inférieure à 3 %,

S_{maj} = 0,1 kN/m² si elle est comprise entre 3 % et 5 %.

S_{maj} = 0,0 kN/m² si elle est supérieure à 5 %.







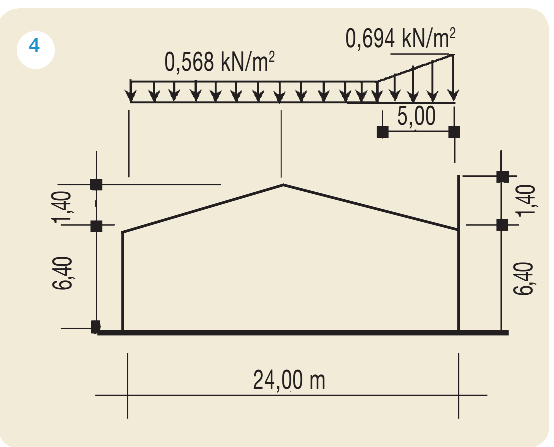
33.3 Exemple de calcul

La construction est représentée en coupe sur la figure 4.

Il s'agit d'un hangar métallique à deux versants, comprenant un acrotère sur une façade longitudinale. Il n'y a pas de dispositif d'arrêt de neige.

La construction est située dans la région lyonnaise à une altitude de 360 m ; le site est dit normal.

Les charges de neige à prendre en compte sur la toiture de la construction sont données dans la figure 4.



34 Effets du vent

En France deux règlements définissent l'action de la neige sur les constructions : les règles «N65» modifiées 2000 et l'EuroCode 1 (EC1-ENV 1991, novembre 2005 et Annexe Nationale de mars 2008).
L'EC1 est développé ci-dessous, pour les constructions à base quadrangulaire de moins de 30 mètres de hauteur.

L'action du vent sur une construction est défini comme une charge uniformément répartie sur chaque paroi , perpendiculairement à cette paroi, quelque soit la direction du vent qui, elle, est horizontale ; elle s'exprime en kN/m² de surface de paroi.
Cette charge dépend de :

- la catégorie de la construction,
- de vitesse du vent (selon régions climatiques),
- de la géométrie 3D de la construction,
- du vent et de la présence de dispositifs d'arrêt de neige.

Pour les constructions à base quadrangulaire, on considère que l'effet du vent s'exerce perpendiculairement aux façades. Il provient des quatre directions géographiques.
On distingue les façades « au vent » recevant directement le vent (surfaces éclairées par une source lumineuse dont le faisceau a pour direction celle du vent, et les autres façades « sous le vent » (surfaces à l'ombre).

34.1 Action du vent sur une paroi

L'action w du vent sur une paroi est la somme algébrique des actions sur le parement extérieur we et sur le parement intérieur w_i de la paroi. :

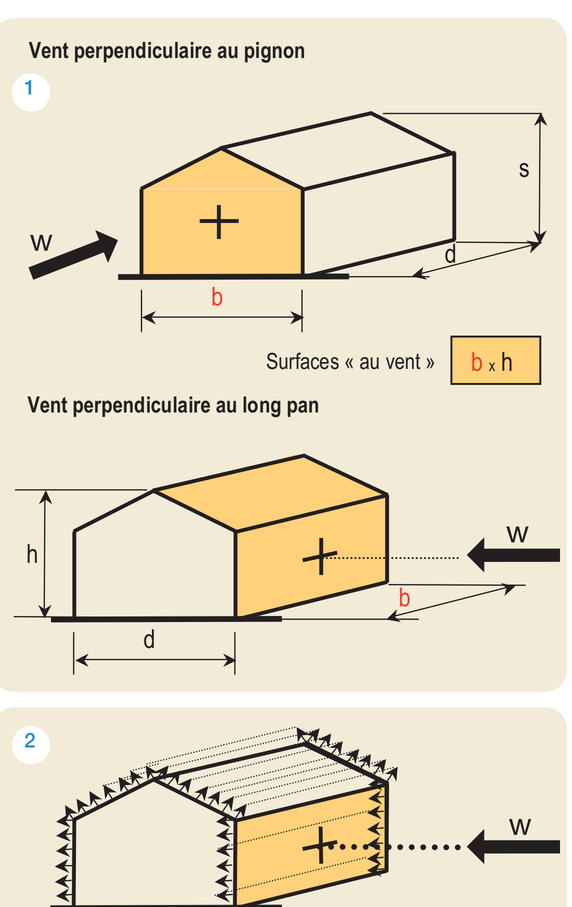
$$w = w_e - w_i.$$

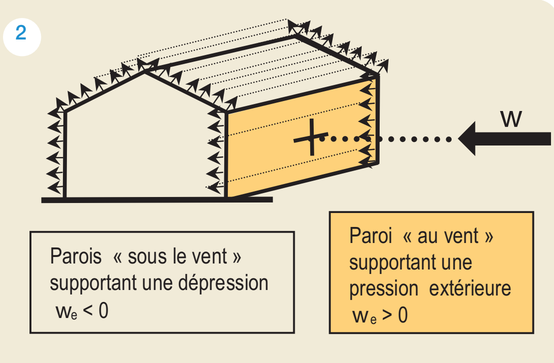
Cette action est une charge climatique (variable) surfacique, elle s'exprime en kN/m². L'action résultante sur la paroi d'aire S est donc :

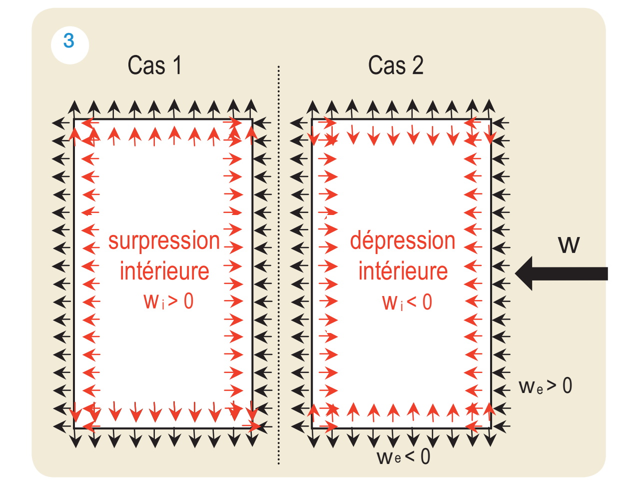
$$w = (w_e - w_i).S.$$

L'action extérieure est directement appliquée par le vent sur cette paroi. Cette action dirigée vers la paroi est positive, il s'agit alors d'une pression ; si cette action s'éloigne de la paroi elle est négative, il s'agit alors d'une dépression.

L'action intérieure est induite par la perméabilité de cette paroi et des autres parois de la construction, qu'elles soient ouvertes ou non. La taille et la perméabilité des ouvertures et surtout leur orientation par rapport au vent installent à l'intérieur de la construction, selon le cas, une pression intérieure (cas 1) ou une dépression intérieure (cas 2).







Cette action dirigée vers la paroi est positive, il s'agit alors d'une surpression intérieure. Si cette action s'éloigne de la paroi elle est négative, il s'agit alors d'une succion (ou dépression intérieure).

w_e a pour expression

$$w_e = c_e(z_e).\ q_{réf}\ .\ c_{pe}$$

et w_i

$$w_i = c_e(z_i).\ q_{réf}\ .\ c_{pi}$$

où :

$c_e(z_e)$ et $c_i(z_i)$ sont des coefficients dits d'exposition (§ 34.3)

$q_{réf}$ est la pression dynamique moyenne de référence (kPa)

c_{pe} et c_{pi} sont les coefficients de pression extérieure et intérieure (§ 34.4 à 34.6).

34.2 Pression dynamique moyenne de référence $q_{réf}$

Elle est fixée pour chaque région climatique (carte).

$$q_{réf} = \rho.\ (v_{réf})^2 /2$$

où ρ est la masse volumique de l'air (1,225kg/m³).

Région	1	2	3	4
$V_{réf}$ (m/s)	22	24	26	28
$q_{réf}$ (Pa)	296	352	414	480
$q_{réf}$ (kPa)	0,30	0,35	0,41	0,48

34.3 Coefficients d'exposition $c_e(z_e)$

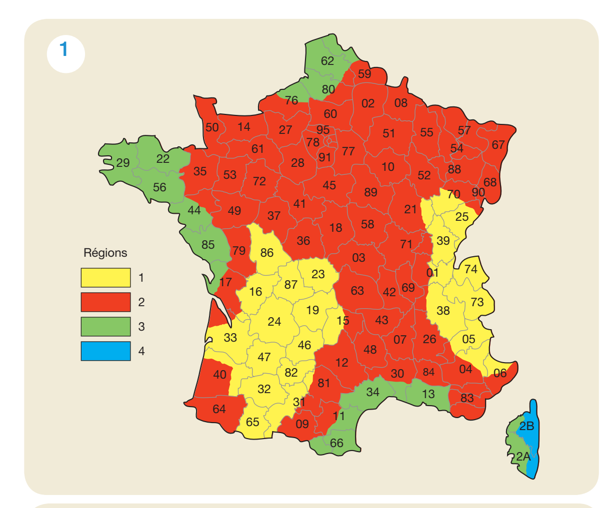
Ils tiennent compte des effets de la rugosité du sol (selon les catégories de terrain) et de la hauteur de la paroi considérée au-dessus du sol (z_e) (fig. 4).

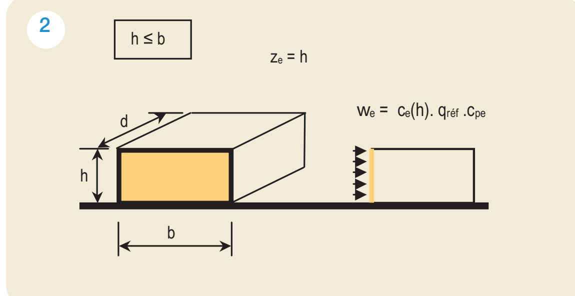
34.31 Catégories de terrain

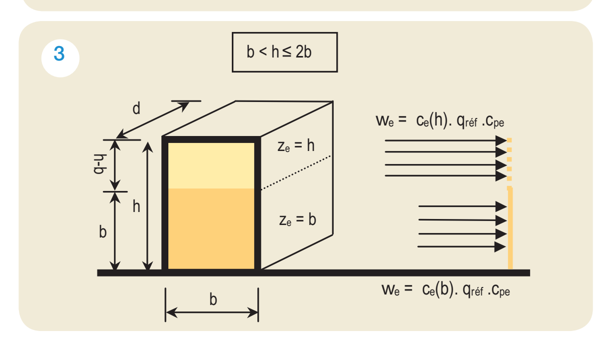
Catégories de terrain	
A	Lacs ou zones plates et horizontales (régions de plaine) à végétation négligeable et libres de tous obstacles (rase campagne)
B	Zones à végétation basse, avec quelques obstacles isolés (haies, vignobles, habitat dispersé)
C	Zones à couverture végétale (bocage dense, vergers), villages, zones urbanisées
D	Zones avec au moins 15 % de la surface recouverts de bâtiments d'au moins 15 m de hauteur moyenne

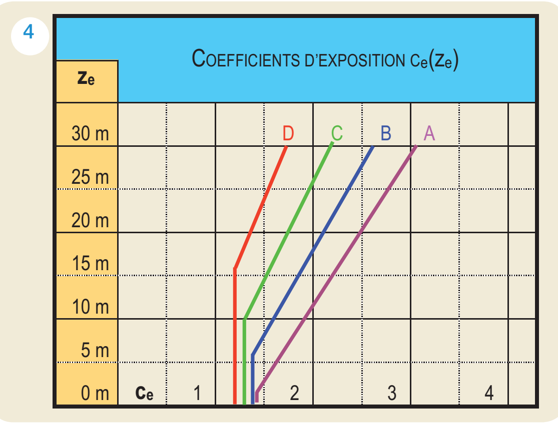
34.32 Coefficients d'exposition (fig.4)

Pour la hauteur z_e voir aussi chapitre 34.41.









34.4 Coefficients de pression extérieure c_{pe} pour les parois verticales

34.41 Principe de choix des c_{pe} en fonction de la hauteur

Ils dépendent du coefficient de forme h/b de la surface au vent (b × h).

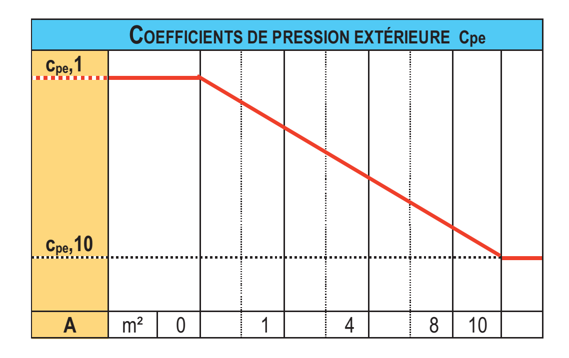
Pour h/b < 1, prendre z_e = h dans abaque 1 (figure 2).

Pour b < h < 2b, il convient de considérer le bâtiment comme deux éléments superposés (figure 3), avec une pression plus élevée dans la partie haute du bâtiment.

34.42 Principe de choix des c_{pe} en fonction de la surface chargée

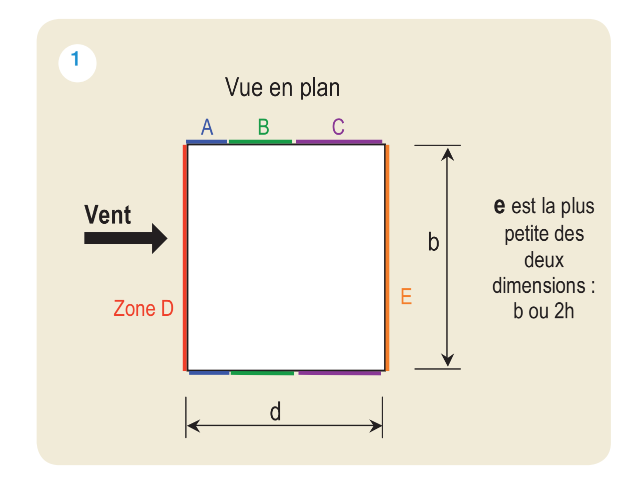
Ils dépendent de la valeur de la surface chargée A (surface sur laquelle le vent s'applique). Ce coefficient est maximal (c_{pe},1) pour une surface inférieure ou égale à 1 m², et minimal (c_{pe},10) pour une surface supérieure ou égale à 10 m² ; on doit procéder à une interpolation logarithmique entre ces deux valeurs :

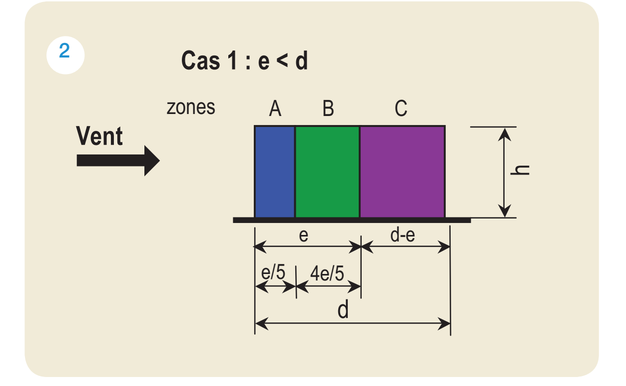
$$c_{pe} = c_{pe},1 - (c_{pe},1 - c_{pe},10).\log(A).$$

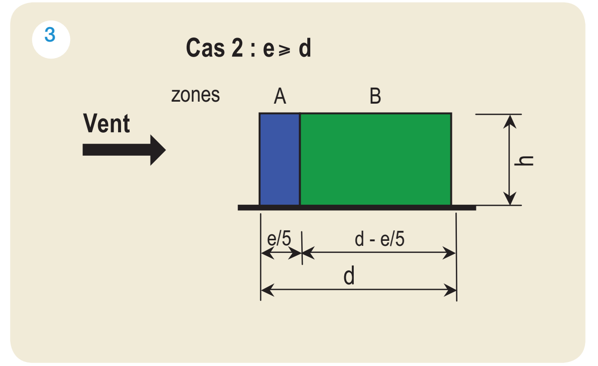


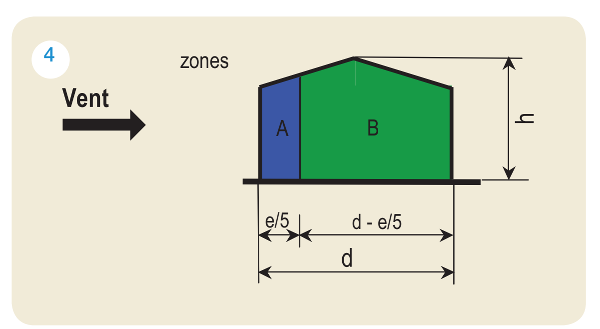
Pour les parois verticales

Pour un bâtiment à base rectangulaire on recherche les c_{pe} sur les cinq zones de façades (A, B, C, D, E) choisies en fonction de leur exposition au vent (figure 1, pour les bâtiments à toiture plate ou à un seul versant ou à deux versants).









Valeurs des coefficients de pression $c_{pe},1$ et $c_{pe},10$

Zones	h/d	5	1	≤0,25
A	$C_{pe},10$	-1,2	-1,2	-1,2
	$C_{pe},1$	-1,4	-1,4	-1,4
B	$C_{pe},10$	-0,8	-0,8	-0,8
	$C_{pe},1$	-1,1	-1,1	-1,1
C	$C_{pe},10$	-0,5	-0,5	-0,5
	$C_{pe},1$	-0,5	-0,5	-0,5
D	$C_{pe},10$	+0,8	+0,8	+0,7
	$C_{pe},1$	+1,0	+1,0	+1,0
E	$C_{pe},10$	-0,7	-0,5	-0,3
	$C_{pe},1$	-0,7	-0,5	-0,3

Il convient d'interpoler linéairement en fonction des valeurs de h/d.

Exemple : vent sur façade au vent zone D d'aire A (m²)

Aire A (m²)	$C_{pe},10$	$C_{pe},1$	C_{pe}	h/d
30	+0,8	+1,0	+0,8	5
8	+0,8	+1,0	+0,82	1
2	+0,7	+1,0	+0,94	5
2	+0,73	+1,0	+0,92	0,5

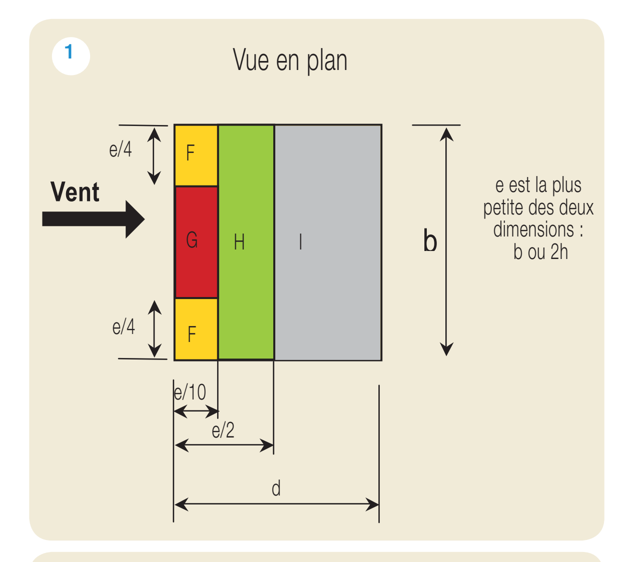
34.5 Coefficients de pression extérieure c_{pe} pour les toitures terrasses

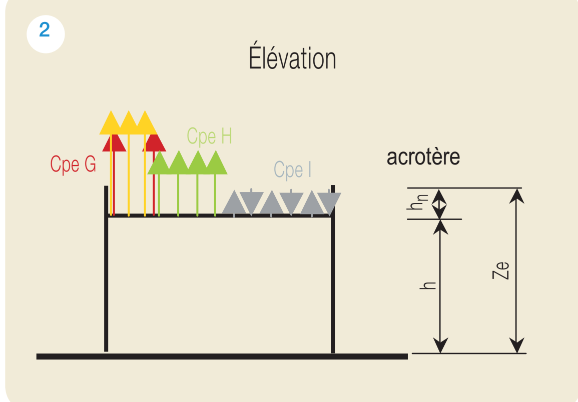
Pour un bâtiment à base rectangulaire on recherche les cpe sur les quatre zones de toiture (F, G, H, I) choisies en fonction de leur exposition au vent (figure 1).

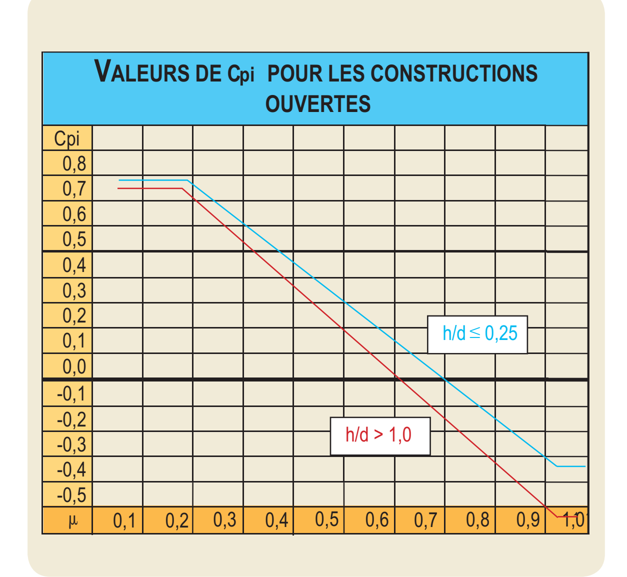
Si le bâtiment comprend des acrotères prendre $z_e = (h + h_p)$ pour le calcul de $c_e(z_e)$.

	Bâtiments avec acrotère				Sans acrotère
zones	h/d	0,025	0,05	0,10	-
F	$C_{pe},10$	-1,6	-1,4	-1,2	-1,8
	$C_{pe},1$	-2,2	-2,0	-1,8	-2,5
G	$C_{pe},10$	-1,1	-0,9	-0,8	-1,2
	$C_{pe},1$	-1,8	-1,6	-1,4	-2,0
H	$C_{pe},10$	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
	$C_{pe},1$	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
I	$C_{pe},10$	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
	$C_{pe},1$	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
	$C_{pe},10$	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
	$C_{pe},1$	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2

En zone I, où des valeurs positives et négatives sont données, chacune de ces deux valeurs doit être prise en considération.







34.6 Coefficients de pression intérieure c_{pi} pour toutes les parois de l'enveloppe du bâtiment

Pour un bâtiment à base rectangulaire les coefficients c_{pi} dépendent des dimensions de la construction et de la répartition des ouvertures potentielles dans l'enveloppe du bâtiment (μ).

μ : (somme des ouvertures dans les façades où c_{pe} est négatif ou nul) / (somme des aires de toutes les ouvertures du bâtiment)

Une construction est dite ouverte quand m est supérieur à 0,05 et fermée dans le cas contraire.

34.61 Valeurs des coefficients de pression intérieure pour les constructions ouvertes

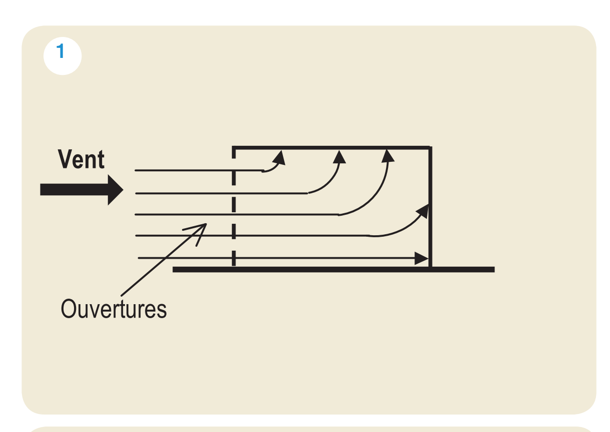
Le tableau 2 donne les valeurs de c_{pi} à prendre en compte pour une construction comportant des ouvertures.

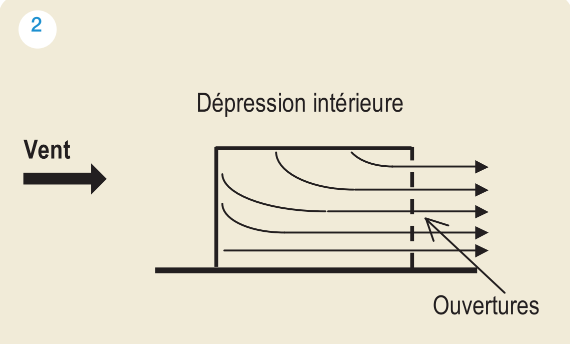
34.62 Valeurs des coefficients de pression intérieure pour les constructions fermées

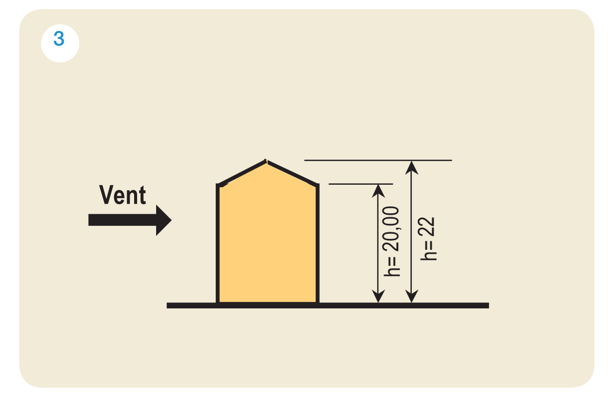
Pour les bâtiments fermés, on envisage successivement les cas de surpression intérieure (c_{pi} = +0,8) et de dépression intérieure (c_{pi}= -0,5).

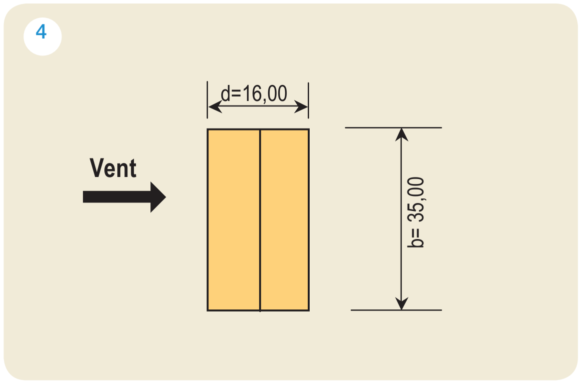
34.63 Surpression et dépression intérieures

Les schémas montrent les effets du vent à l'intérieur d'une construction ouverte.









34.7 Exemple de calcul

La construction est représentée sur les figures 3 et 4.
Définir les pressions réglementaires sur chaque façade.

Région de construction : Grenoble (zone 1).
Zone urbanisée (catégorie C) ; altitude 625 m ; peu d'ouvertures (μ < 5 %).

Zone A (face au vent) sur les 16 premiers mètres de hauteur :
w = + 0,384 + 0,384 = + 0,768 kPa , dans le cas de surpression intérieure ;
w = + 0,384 - 0,240 = + 0,144 kPa , dans le cas de dépression intérieure.

35 Classement AEV

(NF P 20-302)

En fonction de l'endroit où elles se trouvent, les fenêtres doivent répondre à un certain nombre d'exigences, c'est le classement AEV, établi selon trois critères :

35.1 La perméabilité à l'air : (A)

Qui vise à limiter les déperditions thermiques dans les locaux. On a retenu quatre classes de perméabilité à l'air :

- Non classé
- **A1** Normale
- **A2** Amélioré
- **A3** Renforcée

35.2 L'étanchéité à l'eau : (E)

Qui vise à assurer une étanchéité satisfaisante sous les effets conjugués de la pluie et du vent. On mesure, pour classer une menuiserie, la pression maximale (Pe) sous laquelle elle reste étanche. On détermine ainsi quatre classes en fonction des résultats obtenus.

Classe	Désignation	Pression (Pa)
E1	Normale	50 < Pe < 150
E2	Améliorée	150 < Pe < 300
E3	Renforcée	300 < Pe < 500
EE	Exceptionnelle	Pe > 500

35.3 La résistance au vent : (V)

Elle vise à assurer une rigidité suffisante aux effets du vent, trois classes sont définies :

Classe	Pression (Pa)	Flèche maximale
V1	900	1/200
V2	1 700	1/200
VE	2 300	1/200

35.4 Choix des fenêtres (DTU 36. 1/37. 1)

35.41 Les critères d'exposition

- **La région :** voir figure 1 la définition des zones A et B.
- **La situation de la construction :**

– Situation a : l'intérieur des grands centres urbains.

– Situation b : les villes petites ou moyennes ou la périphérie des grands centres urbains.

– Situation c : constructions isolées en rase campagne.

– Situation d : constructions isolées en bord de mer ou situées dans les villes côtières et situées à une distance du littoral inférieure à 15 fois leur hauteur et cela pour leurs fenêtres isolées.

- **La hauteur de la fenêtre au dessus du sol :**

Pour les bâtiments situés près d'une dénivellation importante, les hauteurs à prendre en compte sont données figure 2.

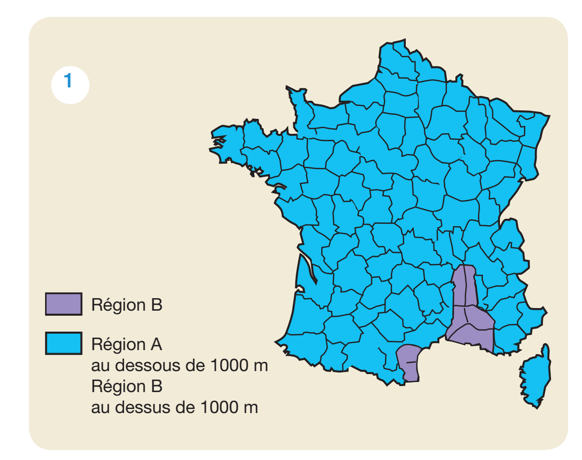
- **La présence de masque : on considère deux cas :**

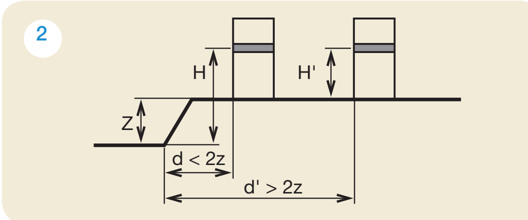
– les façades abritées : donnant sur rue et ayant des vis-à-vis situés à moins de 15 m et de hauteur au moins égale.

– les façades non abritées : dans les autres cas.

35.42 Le choix des fenêtres

Voir tableau en bas de page.





CHOIX DES FENÊTRES

Hauteur des fenêtres au dessus du sol	Façades abritées	Façades non abritées						
	Régions A et B	Région A				Région B		
	Situations a et b	Situation a	b	c	d	Situation a	b	c
< 6 m	A1 E1 V1	A1 E1 V1	A1 E1 V1	A1 E1 V1	A1 E2 V2	A1 E1 V1	A1 E1 V1	A1 E1 V2
6 à 18 m	A1 E1 V1	A1 E1 V1	A1 E1 V1	A1 E2 V2	A2 E2 V2	A1 E1 V1	A1 E1 V2	A2 E2 V2
18 à 28 m	A1 E1 V1	A1 E2 V1	A1 E2 V1	A1 E2 V2	A2 E3 V2	A2 E2 V2	A2 E2 V2	A2 E2 V2
28 à 50 m		A1 E2 V1	A1 E2 V2	A2 E2 V2	A2 E3 VE	A2 E2 V2	A2 E2 V2	A2 E2 V2
50 à 100 m		A2 E3 V2	A2 E3 V2	A2 E3 V2	A1 EE VE	A2 E3 V2	A2 E3 VE	A2 E3 VE

36 Sécurité incendie

36.1 Classement des bâtiments

Les bâtiments sont classés en quatre grandes familles :

- Première famille : habitations.
- Deuxième famille : petits immeubles.
- Troisième famille : immeubles collectifs H < 28.
- Quatrième famille : immeubles collectifs 28< H < 50m.

36.2 Réaction au feu

La réaction au feu d'un matériau exprime son aptitude à s'enflammer, à contribuer au démarrage et à la propagation d'un incendie. C'est son inflammabilité qui est évaluée.

Actuellement il existe un classement des matériaux en fonction de leur combustibilité.

Classe	Combustibilité
M0	Incombustibilité
M1	Combustible, non inflammable
M2	Combustible, difficilement inflammable
M3	Combustible, moyennement inflammable
M4	Combustible, facilement inflammable

36.21 Matériaux classés à priori M0

Acier, aluminium, fer, cuivre, plomb, zinc.

Fibres ciment, béton, matériaux silico-calcaires, brique, mortier de ciment et de chaux, pierre.

Plâtre, plâtre armé (fibres de verre, etc.) stuc.

Perlite, produits céramiques, vermiculite, verre, verre cellulaire

36.22 Matériaux classés à priori M1 ou M2

Les peintures brillantes, mates, épaisses ou des revêtements plastiques épais R.P.E. (D.T.U. 59-2)

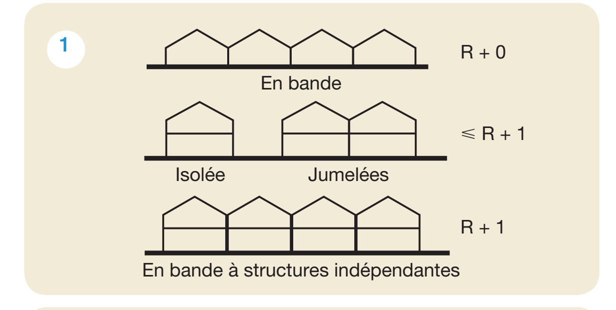
36.23 Matériaux classés à priori M3 ou M4

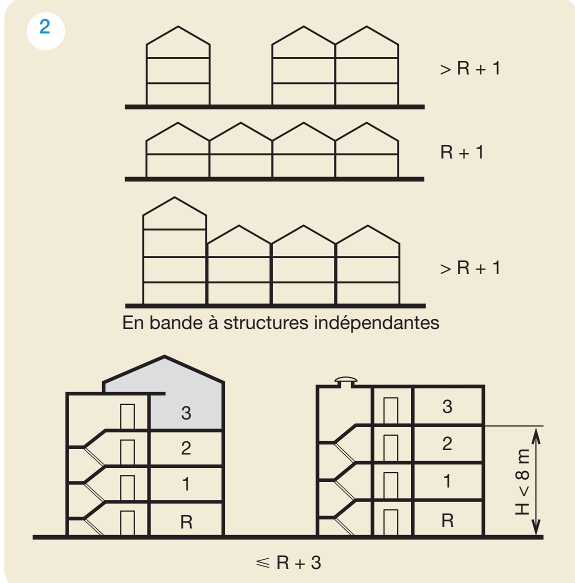
Les bois massifs (résineux ou non résineux) et les produits dérivés : panneaux de contreplaqués, lattés, de particules, de fibres ou stratifiés.

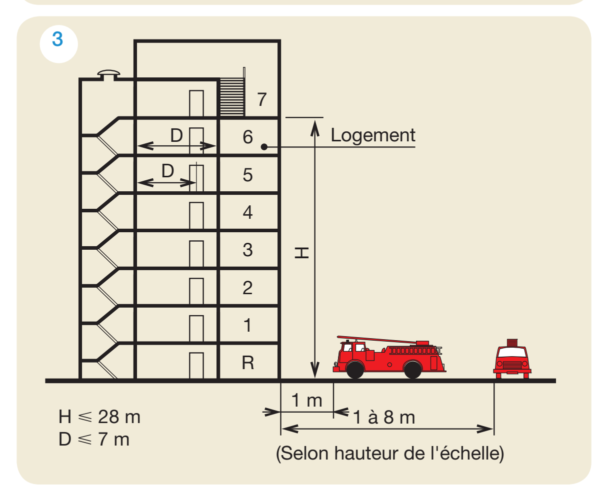
36.3 Les Euroclasses (arrêté du 21/11/2002)

Elles se substitueront au classement M et constitueront le marquage CE. Elles classent les matériaux de A à F en fonction de leur performance observée au cours d'essais harmonisés (en deux familles, les sols (fl) et les autres produits.

L'Euroclasse A comprenant les produits les plus sûrs en terme de sécurité incendie.







L'ensemble des matériaux et éléments de construction est concerné par cette directive :

Les produits destinés aux murs ou plafonds, les éléments de construction, les produits constitutifs à ces éléments, les produits de façade et les systèmes de revêtement de sol.

Euroclasses : **A1, A1**$_{floor}$**, A2, A2**$_{floor}$**,** pour les produits peu ou pas combustibles.
Euroclasses : **B, B**$_{floor}$ produits combustibles avec un « flash over » très limité.
Euroclasse : **C, C**$_{floor}$ produits dont la contribution au « flash over » est limitée.
Euroclasse : **D, D**$_{floor}$ produits dont la contribution au « flash over » est significative.
Euroclasses : **E, E**$_{floor}$**, F et F**$_{floor}$ contribution à l'embrasement généralisé importante.
D'autres critères peuvent être associés.
Classes d'opacité des Fumées : s1 à s3.
Classes des Gouttes enflammées : d0 à d2.
Indice fl : (floor) pour les matériaux destinés aux sols.
Flash-over : Paramètre d'embrasement généralisé.

EUROCLASSES selon NF EN 13-501-1			EXIGENCES
A1			Incombustible
A2	s1	d0	M0
A2	s2 ou s3	d1	M1
A2	s1 à s3	d0 et d1	M1
B	s1 à s3	d0 et d1	M1
C	s1 à s3	d0 et d1	M3
D	s1 à s3	d0 d1	M3 M4
E et F sont classés			M4

36.4 Résistance au feu

Trois critères sont utilisés pour évaluer la résistance au feu d'un élément de construction.

- Résistance mécanique sous les charges.
- Étanchéité aux flammes et aux gaz inflammables.
- Isolation thermique de manière à ce que l'échauffement de la face externe ne propage pas l'incendie.

À partir de ces 3 critères, les éléments de construction sont dits :

- stable au feu (SF),
- pare-flamme (PF),
- coupe-feu (CF),

et ceci pour une durée comprise entre 1/4 d'heure et 6 heures.
Le tableau ci-dessous permet de déterminer ce classement.

Critères	Classe		
Résistance mécanique	SF	PF	CF
Étanchéité aux flammes		PF	CF
Isolation thermique			CF

EXEMPLE : un carreau de plâtre PF3 de 70 mm a un degré coupe feu de 3 heures.

36.41 Résistance au feu des structures

Structures	Famille			
	1re	2e	3e	4e
Porteurs verticaux	SF 1/4 h	SF 1/2 h	SF 1 h	SF 1 h 30
Planchers	CF 1/4 h	CF 1/2 h	CF 1 h	CF 1 h 30

36.42 Isolement entre logements contigus

Parois verticales des logements	Famille			
	1re	2e	3e	4e
Collectif sans porte		CF 1/2	CF 1/2	CF 1
Collectif avec porte		PF 1/4	PF 1/4	PF 1/2
Maisons individuelles	CF 1/4	CF 1/4		

36.5 Désenfumage des immeubles collectifs

Il est obligatoire dans les cas suivants :

- les escaliers des immeubles des familles 2 et 3A,
- les escaliers et les circulations collectives des immeubles des familles 3B et 4.

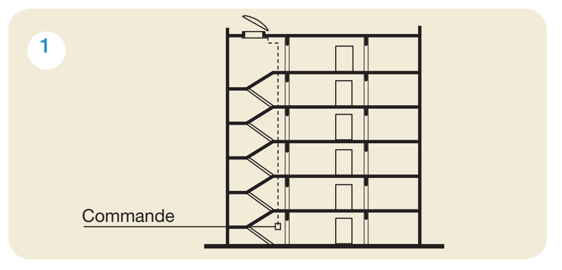
36.51 Les escaliers

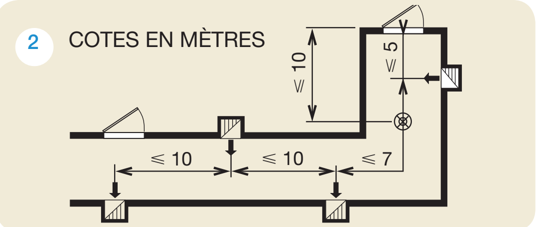
La cage d'escalier doit comporter en partie haute une ouverture de 1 m^2 manœuvrable, en cas d'incendie, depuis le rez-de-chaussée (fig. 1).

36.52 Les circulations

Le désenfumage est assuré par un dispositif à trois éléments :

- des conduits verticaux d'amenée d'air et d'évacuation des fumées, implantés le long des dégagements (fig. 2),
- des volets obturant les bouches des conduits (CF 1 h pour l'évacuation des fumées, PF 1 h pour les amenées d'air),
- des détecteurs de fumée répartis dans l'axe des circulations et commandant l'ouverture des volets en cas d'incendie.





37 Classement des isolants

37.1 Classement ISOLE

Ce classement a été établi par l'association pour la certification des matériaux isolants (ACERMI) et concerne les isolants conformes à la norme NF P 75-101. Le sigle ISOLE signifie :

I = incompressibilité (5 niveaux),
S = stabilité dimensionnelle (4 niveaux),
O = comportement à l'eau (4 niveaux),
L = cohésion et résistance en flexion (4 niveaux),
E = perméance à la vapeur d'eau (4 niveaux).

Tous les isolants certifiés comportent une étiquette indiquant leur classement ISOLE et leur résistance thermique R.

37.11 Incompressibilité (I)

Classe	Emplois
I1	Isolant non soumis à charges
I2	Sous dalle, fond de coffrage, soubassement
I3	Sous charge, dalle ou terre-plein
I4	Sous chape, dalle ou lambourdes
I5	Pose directe de carrelages

37.12 Stabilité dimensionnelle (S)

Classe	Emplois
S1	Isolation non enduite, non contre-collée
S2	Complexe de doublage
S3	Support d'enduit
S4	Support d'enduit

37.13 Comportement à l'eau (O)

Classe	Emplois
O1	Combles et sous-face de planchers
O2	Parois verticales et sols
O3	Support d'enduit

37.14 Cohésion et flexion (L)

Classe	Emplois
L1	Tous
L2	Parois verticales et soubassements
L3	Complexe de doublage
L4	Support d'enduit

37.15 Perméance à la vapeur d'eau (E)

Classe	Emplois
E1	Isolation extérieure, plancher de comble
E2	Rampant, isolation de mur par l'intérieur
E3	Rampant, isolation de mur par l'intérieur
E4	Isolation intérieure en zone très froide
E5	Sandwiches

37.2 Classement reVETIR

Ce classement concerne les systèmes destinés à l'isolation par l'extérieur des bâtiments. Il s'applique aux enduits sur isolants, sur bardage, vêture. Le sigle reVETIR signifie :

r = facilité de réparation,
e = facilité d'entretien,
V = résistance aux effets du vent,
E = étanchéité,
T = tenue aux chocs,
I = tenue à l'incendie,
R = résistance thermique.

37.21 Résistance au vent (V)

Hauteur au-dessus du sol (m)	Régions*						
	A				B		
	Situations*				Situations*		
	a	b	c	d	a	b	c
< 6	V1	V1	V1	V2	V1	V1	V2
6 à 18	V1	V1	V2	V2	V1	V2	V2
18 à 28	V1	V1	V2	V2	V2	V2	V3
28 à 50	V1	V2	V2	V3	V2	V2	V3
50 à 100	V2	V3	V2	V3	V2	V3	V3

37.22 Étanchéité (E)

Hauteur au-dessus du sol (m)	Situations*				
	a, b, c		d		
	Façade		Façade		
	Abritée	Exposée	Abritée	Littoral	Front mer
< 6	E1	E1	E1	E2	E2
6 à 18	E1	E2	E1	E2	E2
18 à 28	E1	E2	E1	E2	E3
28 à 50		E3		E3	E3
50 à 100		E3		E4	E4

37.23 Tenue aux chocs (T)

T1	Hauteur > 6 m
T2	Hauteur > 3 m, rez-de-chaussée inaccessible
T3	Rez-de-chaussée accessible non protégé, peu sollicité
T4	Rez-de-chaussée accessible protégé, peu sollicité

37.24 Incendie (I)

Type de bâtiment	Classement	Classe feu
Habitation 1re famille à plus de 4 m de la limite	I1	M4
Habitation 1re famille autres cas Habitation 2e famille	I2	M3
Habitation 3 et 4e famille, ERP en étage avec D/H > 0,8	I2	M3
Autres cas	I3	M2
IGH	I4	M0

37.25 Résistance thermique (R)

R1	$0,5 \leqslant R < 1$ (m².K/W)
R2	$1 \leqslant R < 2$ (m².K/W)
R3	$2 \leqslant R < 3$ (m².K/W)
R4	$R \geqslant 3$ (m².K/W)

38 Classement UPEC

C'est un classement d'usage en fonction des propriétés des revêtements de sols et des locaux où ils sont posés.

Les lettres UPEC signifient :

U = Usure à la marche 2, 2s, 3, 3s, 4,
P = Poinçonnement 2, 3, 4, 4s,
E = Comportement à l'eau et à l'humidité 1, 2, 3,
C = Tenue aux substances physico-chimiques 0, 1, 2, 3.

Les tableaux ci-dessous indiquent le classement des sols des principaux types de locaux.

38.1 Maisons individuelles

Locaux	Classement
Entrée, dégagement et couloirs en R de CH. Toutes pièces avec accès sur l'extérieur Séjour, escalier nez de marche revêtu	$U_{2S}P_2E_1C_0$
Dégagement, circulation, chambre Pièces ne donnant pas sur l'extérieur Escalier à nez de marche différent	$U_2P_2E_1C_0$
Cuisine, cuisine attenante à un séjour Salle de bains, douche, WC Balcon, loggias, terrasse	$U_{2S}P_2E_2C_2$ $U_2P_2E_2C_1$ $U_3P_3E_3C_2$

38.2 Immeubles collectifs

Locaux	Classement
Entrée, séjour, pièce attenante au séjour, pièce avec porte-fenêtre, pièce à usage professionnel, salle d'attente, réception	$U_{2S}P_2E_1C_0$
Pièce sans porte-fenêtre, rangement, dégagement, circulation intérieure	$U_2P_2E_1C_0$
Cuisine, coin cuisine attenant au séjour Salle d'eau ou de bains, douche, WC	$U_{2S}P_2E_1C_0$ $U_2P_2E_2C_1$
Hall d'entrée $<$ de 25 logements sans accès sur l'extérieur Hall d'entrée $\geqslant$ 25 logements avec accès sur l'extérieur	$U_{3S}P_2E_1C_0$ $U_4P_2E_2C_0$
Local vide-ordures à l'étage Local de réception VO, poubelle	$U_3P_2E_2C_2$ $U_4P_3E_3C_2$

38.3 Salles de spectacle

Locaux	Classement
Halls (théâtre, cinéma), guichets Salles de cinéma, théâtre, concert, foyer Discothèque, hors piste de danse	$U_4P_3E_2C_1$ $U_3P_2E_1C_0$ $U_{3S}P_2E_1C_1$

38.4 Locaux commerciaux

Locaux	Classement
Salon de coiffure Alimentation, café-bar Boulangerie, pharmacie, journaux, tabac	$U_{3S}P_2E_2C_3$ $U_4P_3E_2C_2$ $U_4P_2E_2C_0$
Boutique en R de CH. autres que ci-dessus, circulations Boutique en étage autres que ci-dessus Cafétéria ou salon de thé d'un grand magasin	$U_{3S}P_2E_1C_0$ $U_3P_2E_1C_0$ $U_{3S}P_3E_1C_1$
Grands magasins en R de CH., hypermarché Galerie marchande d'un centre commercial Idem ci-dessus, manutention légère	$U_{3S}P_3E_1C_0$ $U_4P_4E_3C_2$ $U_4P_3E_3C_2$

38.5 Bâtiments civils ou administratifs

Locaux	Classement
Bureaux paysagés non cloisonnés, bureau collectif Bureau individuel Bibliothèque, salle privée de conférences, de réunion	$U_3P_3E_1C_0$ $U_{2S}P_3E_1C_0$ $U_3P_2E_1C_1$
Salle publique de réunion (salle des fêtes) Salle polyvalente, foyer de jeunes Musée	$U_{3S}P_3E_1C_1$ $U_{3S}P_3E_2C_1$ $U_{3S}P_3E_1C_0$
Hall de réception public, accès, paliers d'ascenseurs Hall de réception public trafic modéré Église, lieu de culte hors accès extérieur Église zone d'accès de l'extérieur, allée principale Couloirs, dégagement, circulation, escalier, palier	$U_4P_2E_2C_0$ $U_{3S}P_2E_1C_0$ $U_3P_2E_1C_0$ $U_{3S}P_2E_2C_0$ $U_3P_3E_1C_0$

38.6 Hôtels, restaurants, cafés

Locaux	Classement
Hall d'entrée, trafic important, accès de l'extérieur Escaliers, paliers, circulations principales, salon TV	$U_4P_3E_2C_0$ $U_3P_2E_1C_0$
Chambre, circulation secondaire Sanitaire privé	$U_{2S}P_2E_1C_0$ $U_2P_2E_2C_1$
Restaurant, bar, grand salon Sanitaires collectifs Cuisines collectives et annexes, offices	$U_{3S}P_2E_1C_1$ $U_3P_2E_3C_1$ $U_4P_3E_3C_2$

38.7 Locaux d'enseignement

Locaux	Classement
Circulation et dégagement en R de CH. Hall d'entrée, escaliers, aire d'accueil et de détente	$U_4P_2E_2C_0$ $U_4P_3E_2C_1$
Classe, salle de repos et d'exercice accès extérieur Classe sans accès extérieur Salle de documentation, bibliothèque Salle d'informatique, bureautique	$U_4P_3E_2C_0$ $U_3P_3E_2C_0$ $U_3P_3E_1C_0$ $U_3P_3E_1C_0$
Laboratoire de physique Laboratoire de chimie et activités analogues	$U_{3S}P_3E_2C_1$ $U_{3S}P_3E_2C_1$

39 Liants

39.1 Définition

On appelle liant hydraulique un produit constitué essentiellement de calcaire et d'argile cuits et finement moulu. Gaché avec de l'eau, un liant fait prise et durcit par un processus de réactions chimiques dues à l'hydratation. Après durcissement, il conserve sa résistance même dans l'eau.

On distingue deux grandes familles de liants :

- les chaux,
- les ciments.

39.2 Les chaux NF P15-311

- Du fait de leur faible résistance mécanique, les chaux sont réservées aux travaux de maçonnerie (hourdage, rejointoiement de murs anciens, scellement de petits éléments de couverture) et d'enduits. On peut les «-batarder-» avec du ciment pour améliorer leur résistance.
- Les chaux présentent une grande souplesse d'utilisation (plasticité, long temps de prise) et confèrent aux enduits une bonne étanchéité à l'eau (absence de faïencage) tout en laissant le mur respirer.
- Sur le plan esthétique, il est possible d'obtenir une grande variété de coloris et d'aspects.

DESIGNATION ET CARACTERISTIQUES DES CHAUX

Nature	Désignation	Résistance (MPa)		Nature	Désignation	Résistance (MPa)
		à 7 j	à 28 j			
Chaux hydrauliques (HL)	HL2	-	2 à 5	Chaux calciques *	CL 90	-
	HL 3,5	⩾ 1,5	3,5 à 10		CL 80	-
	HL 5	⩾ 2	5 à 15		CL 70	-
Chaux hydraulique naturelles (NHL)	NHL 2	-	2 à 5	Chaux dolomitiques *	DL 85	-
	NHL 3,5	⩾ 1,5	3,5 à 10		DL 80	-
	NHL 5	⩾ 2	5 à 15			

* Les chaux calciques et dolomitiques ne sont utilisées que pour les enduits.

39.3 Les ciments

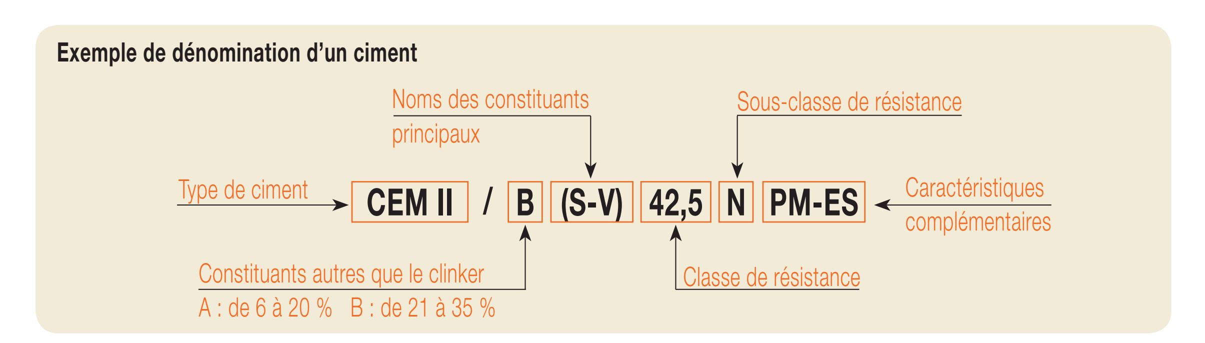
On distingue les ciments courants qui relèvent de la norme européenne EN 197-1 et les ciments à usage spécifique qui relèvent des normes NF.

39.31 Les ciments courants

Ils se définissent par quatre critères principaux :

- **Les grands types :** de CEM I à CEM V.
- **Les constituants principaux :** le clinker (**K**), le laitier de haut fourneau (**S**), la fumée de silice (**D**), la pouzzolane (**P** ou **Q**), les cendres volantes (**V** ou **W**), le schiste calciné (**T**), le calcaire (**L** ou **LL**).
- La classe de résistance : trois classes (**32.5**, **42.5**, **52.5**) avec sous classes de résistance au jeune âge notées **N** pour normale et **R** pour rapide.
- **Les caractéristiques complémentaires : PM** pour prise à la mer, **ES** pour travaux en milieu acide (eaux sulfatées), **CP** ciment à teneur en sulfure limitée pour béton précontraint.

Le tableau du haut, page suivante, présente la classification et la composition détaillée des 27 ciments courants. Le tableau du bas indique les résistances caractéristiques des ciments, à savoir : au jeune âge, courantes et minimales garanties.



CLASSIFICATION ET COMPOSITION DES PRINCIPAUX CIMENTS DE LA NORME EN 197-1										
Types	Différentes désignations		Constituants principaux en %							
			Clinker K	Laitier de haut fourneau S	Fumée de silice D	Pouzzo lane P ou Q	Cendres volantes V ou W	Schiste calciné T	Calcaire L ou LL	Constituants secondaire
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	-	-	-	-	-	-	0-5
	Ciment Portland fumée de silice	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	21-35	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	21-35	-	0-5
	Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	21-35	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	21-35	0-5
	Ciment Portland composé	CEM II/A-M	80-94	6-20						0-5
		CEM II/B-M	65-79	21-35						0-5
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-90	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique	CEM IV/A	65-89	-	11-35			-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	36-55			-	-	0-5
CEM V	Ciment composé	CEM V/A	40-64	18-30	-	18-30	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-50	-	31-50	-	-	-	0-5

CLASSES DE RÉSISTANCE DES CIMENTS							
Classes	Résistance à la compression en MPa						
	Résistance au jeune âge		Résistance courante		Valeurs minimales garanties		
	2 jours	7 jours	28 jours		2 jours	7 jours	28 jours
32,5 N	-	⩾ 16	⩾ 32,5	⩽ 52,5	-	14	30
32,5 R	⩾ 10	-	⩾ 32,5	⩽ 52,5	8	-	30
42,5 N	⩾ 10	-	⩾ 42,5	⩽ 62,5	8	-	40
42,5 R	⩾ 20	-	⩾ 42,5	⩽ 62,5	18	-	40
52,5 N	⩾ 20	-	⩾ 52,5	-	18	-	50
52,5 R	⩾ 30	-	⩾ 52,5	-	28	-	50

39.32 Les ciments spécifiques NF P-15-307, 306, 308, 319, 317, 315, 314

Appellation		Résistance à la compression en MPa			Appellation		Résistance à la compression en MPa		
		2 jours	7 jours	28 jours			2 jours	7 jours	28 jours
Ciments à maçonner	CM160		10	16	Ciments sursulfatés	ES	21	32.5	
	CM250		16	25		ES		31.5	40
Ciments de laitier à la chaux	CLX100		5	10	Ciments travaux en mer	PM		16	25
	CLX160		10	16	Ciments alumineux fondus	CA	50		60
Ciments naturels	CN		10	16	Ciments prompts naturels	CNP	10	14	19

39.33 Utilisation des ciments

Le tableau ci-dessous permet de choisir un ciment pour réaliser un béton le mieux adapté à son emploi.

EXEMPLE : On souhaite un béton à hautes performances à utiliser en milieu agressif et par temps froid.

Deux ciments répondent à ces critères :

- le CEM I 52.5 ES,
- le CEM II 52.5 ES.

Types	Classes	Nature des bétons							Conditions d'utilisations							
		Maçonnerie	Béton non armé	B.A. courant	B.A. hautes performances	Béton précontraint	Béton étuvé	Béton réfractaire	Scellements, urgences	Béton en grande masse	Travaux hydrauliques ou souterrains	Temps chaud	Temps froid	Décoffrage rapide	Milieu agressif	Travaux à la mer
CEM I	32.5			R						CP					ES	
	42.5											R	R	R	ES	PM
	52.5					CP								R	ES	PM
CEM II	32.5			R						R						
	42.5					CP						R	R	R	ES	PM
	52.5					CP								R	ES	PM
CEM III	32.5									R					ES	PM
	42.5													R	ES	PM
	52.5													R	ES	PM
CEM IV	32.5															
	42.5															
	52.5															
CEM V	32.5									R					ES	PM
	42.5														ES	PM
	52.5														ES	PM
CM																
CN																
CLX																
CA																
ES																
CNP																

40 Bétons prêts à l'emploi (NF P 18-305)

Les bétons prêts à l'emploi (BPE) sont fabriqués en centrale et livrés sur chantier par camion malaxeur (Toupie).

Un BPE peut être soit à caractère normalisé (BCN), soit à caractère spécifié (BCS).

Ils sont définis par les paramètres suivants :

- la classe d'environnement,
- le type de béton,
- la granularité des agrégats,
- la consistance souhaitée,
- la nature du ciment (si nécessaire),
- la résistance minimale pour les bétons à caractères normalisés (BCN),
- la composition, le dosage en liant équivalent pour les bétons à caractères spécifiés (BCS).

Cette norme ne s'applique pas aux : mortiers D, 8 mm, coulis d'injection, graves ciment, bétons : pour ouvrages provisoires, caverneux, légers de masse , 800 kg/m^3, projetés secs ou humides, faiblement dosés en eau.

40.1 Classe d'environnement

Elle fait intervenir les conditions climatiques et chimiques auxquelles sont soumis les bétons. On distingue cinq classes.

Classe	Environnement	
1	Sec	
2a	Humide	Gel faible
2b1		Gel modéré
2b2		Gel sévère
3	Gel + sels	
4a1	Marin	Immergé
4a2		Marnage et embruns
4b		Mer + gel
5a	Chimique	Faiblement agressif
5b		Moyennement agressif
5c		Fortement agressif

40.2 Types de béton

On distingue :

- **les bétons non armés** (NA) ou faiblement armés pour les classes d'environnement 1 et 2,
- **les bétons armés** (BA),
- **les bétons précontraints** (BP).

40.3 Granularité

C'est la dimension D du plus gros grain des granulats.

40.4 Classe de consistance

Elle est mesurée par l'affaissement au cône d'Abrams.

Classe	Affaissement (cm)	Désignation	Utilisation
Ferme	0-4	F	Bétons extrudés
Plastiques	5-9	P	Ouvrage d'art, béton de masse
Très plastique	10-15	TP	Ouvrages courants
Fluide	⩾ 16	Fl	Fondations profondes, dalles et voiles minces

40.5 Résistance minimale (BCN)

C'est la résistance à la compression, mesurée sur éprouvettes à 28 jours, elle fait l'objet d'un contrôle.

RÉSISTANCE MINIMALE À LA COMPRESSION À 28 JOURS											
Type	Classe d'environnement										
	1	2a	2b1	2b2	3	4a1	4a2	4b	5a	5b	5c
Non armé		16	20	28	32	32	35	35	32	35	40
Armé	22	25	25	30	32	32	35	35	32	35	40
Précontraint	30	30	30	30	32	32	35	35	32	35	40

40.6 Dosage en liant équivalent (BCS)

DOSAGE MINIMAL EN LIANT ÉQUIVALENT en kg/m^3, d = 20											
Type	Classe d'environnement										
	1	2a	2b1	2b2	3	4a1	4a2	4b	5a	5b	5c
Non armé	150	200	240	300	330	330	350	350	330	350	385
Armé	260	280	280	310	330	330	350	350	330	350	385
Précontraint	300	300	300	315	330	330	350	350	330	350	385

40.7 Exemple de désignation

BCN : CEM II/B 32,5 + V – P – B20 – 0/20 – E : 2a – BA

CEM II/B 32,5 = nature et classe du ciment,
+ V = ajout de cendres volantes,
P = consistance plastique,
B20 = classe de résistance du béton,
0/20 = granularité du béton,
E : 2a = classe d'environnement,
BA = béton armé.

40.8 Les produits d'addition

Désignation	Produit d'addition
S	Laitiers vitrifiés moulus, de classe B
V	Cendres volantes
D	Fumées de silice
U	Fillers silicieux

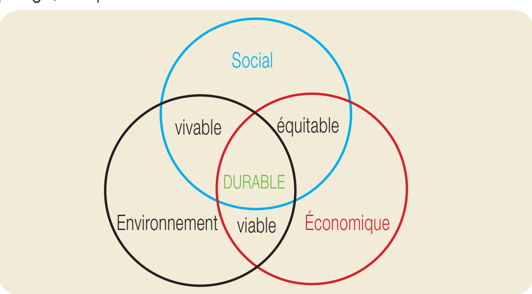
41 La démarche HQE

41.1 Le développement durable

La démarche « Haute Qualité Environnementale » (HQE) est un concept issu de la démarche du développement durable.

Le développement durable (DD) doit nous permettre de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Le DD est un processus qui associe trois thématiques :

- l'écologie : environnement, maîtrises des ressources naturelles, des déchets, de la pollution
- le social : justice sociale, lutte contre la pauvreté
- l'économique : commerce équitable, lutte contre le gaspillage, coopération



41.2 La démarche HQE dans le bâtiment

Au niveau de l'acte de bâtir, la démarche HQE exprime la volonté du maître d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre de réduire les impacts que peut avoir sur l'environnement tout ouvrage construit. Elle tend également à promouvoir un cadre de vie privilégiant le confort et la santé de l'usager. Ce concept est le reflet d'une exigence sociale en matière d'environnement.

41.21 Objectifs de la démarche HQE dans le bâtiment

La démarche environnementale pointe deux objectifs :

- un objectif de qualité environnementale pour obtenir ou améliorer la qualité environnementale des bâtiments dans le cadre d'opération de construction
- une gestion « environnementale » pour améliorer la maintenance de la qualité environnementale

41.22 HQE : les quatorze cibles

Les quatorze cibles HQE déclinées :

Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur

1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat

- Intégration au site (historique, culturelle,
- Respect de la trame architecturale locale (typologie de l'habitat, nature des matériaux, sens de faîtages...)
- Rationalisation de l'espace (habitats intermédiaires plutôt qu'habitats individuels)
- Préservation des espaces naturels et agricoles

2. Choix intégré des procédés et produits de construction

- Cohérence globale pour minimiser l'impact sur l'environnement :
  - Isolation intégrée (ex : brique monomur)
  - Système d'isolation par l'intérieur, par l'extérieur (pas de pont thermique)
  - Système constructif en bois
- Choix de matériaux recyclables en vue de la déconstruction
- valorisation des matériaux locaux en adéquation avec le projet

3. Chantier à faibles nuisances

- Prise en compte des nuisances (bruit, poussières, circulation, tri des déchets de chantier)

Eco gestion :

4. Gestion de l'énergie

- Minimiser les besoins énergétiques (effort significatif par rapport à la RT 2005 de moins 10 %)
- Dispositions architecturales (orientations): ouvertures au sud et à l'ouest (apports énergétiques gratuits), garages au nord et combles (espaces tampons), feuillus au sud pour bénéficier de l'ombre l'été et la lumière l'hiver (régulation thermique)
- Isolation thermique renforcée : maison passive :

Maisons jumelées pour limiter les déperditions

- Utilisation des énergies renouvelables

Panneaux solaires, éolienne, géothermie, ...

- Double flux (récupération des calories de l'air vicié)
- Présence d'un puits canadien pour préchauffer l'arrivée d'air neuf

5. Gestion de l'eau

- Récupération des eaux de pluie et réemploi pour les certains usages domestiques (arrosage des espaces verts, chasses d'eau, piscine...)
- Réducteur de pression pour limiter le débit de puisage

6. Gestion des déchets d'activité

- Tri sélectif (verre, papier, emballage)
- Tri des déchets de l'acte de construire pendant le chantier
- Gestion individuelle des déchets verts

7. Gestion de l'entretien et de la maintenance

- Planification des opérations de maintenance

- Suivi des opérations de maintenance préventive et curative

Créer un environnement intérieur satisfaisant :

8. Confort hygrothermique

- Plantes vertes dans la partie habitée
- Régulation par hygrostat

9. Confort acoustique

- Conception architecturale de la disposition des pièces à vivre pour limiter les bruits
- Limitation des bruits extérieurs (vitrage adapté, isolation phonique...)
- Limitation des bruits d'impact par interposition de sous-couche acoustique
- Choix des matériaux en vis à vis (surface dure et molle)

10. Confort visuel

- Pièce à vivre suffisamment éclairée la journée par un éclairement naturel ou artificiel permettant l'activité humaine
- Occultation l'été par système adapté

11. Confort olfactif

- Renouvellement d'air suffisant

Santé :

12. Qualité sanitaire des espaces

- Dimensions suffisantes pour l'activité humaine (conformité au Code de la Construction et de l'Habitation)
- Prise en compte de la réglementation pour les personnes à mobilités réduites

13. Qualité sanitaire de l'air

- Analyse de pollution de l'air à la charge des collectivités urbaines
- Remplacement des filtres à air dans les appareils de climatisation

14. Qualité sanitaire de l'eau

- Analyse d'eau fournie par la collectivité
- Traitement de la dureté de l'eau par système individuel ou collectif

Application à une construction



1 - Intégration au site : construction disposée en escalier dans la pente entre deux parties boisées.
2 - Isolation par l'extérieur sur une structure métallique, le complexe est composé d'un bac métallique, d'une isolation par l'extérieur et d'un bardage bois en façade.
4 - Entrée d'air neuf par le vide sanitaire.
5 - Récupération des eaux de la terrasse pour alimenter une citerne située dans le jardin.
9 - Confort acoustique : pièces à vivre au RdC et chambres à l'étage.
10 - Confort visuel : grandes ouvertures au Sud dans les pièces à vivre, pare-soleil.

42 Les performances énergétiques

La performance énergétique minimale obligatoire a été fixée de façon réglementaire par la RT2005 (Cep ref). Cette norme (RT2005) constitue l'origine des différents labels ci-dessous.

La RT 2012 est applicable à partir du 1er janvier 2013 à tous les bâtiments neufs, à usage d'habitation ou tertiaires.

42.1 Les niveaux de performances : Classification

Dans la période transitoire 2010-2020, ces labels attestent d'une performance énergétique supérieure à la RT 2005 des bâtiments neufs. Ces labels sont attribués par des organismes certificateurs : PROMOTELEC – CERQUAL – CEQUAMI – CERTIVEA – QUALITEL voir page 238

Les bâtiments conçus de façon plus performante peuvent se voir décerner un des cinq labels suivants :

Le label « **Effinergie** » est une appellation visant à identifier les bâtiments neufs dont les très faibles besoins énergétiques contribuent à atteindre les objectifs de 2050 : réduire les émissions de gaz à effet de serre par **4**.

L'arrêté ministériel du 3 mai 2007 fixe les niveaux de performances énergétiques par rapport à la RT 2005 :

H.P.E : Consommation conventionnelle < 90 % RT 2005

H.P.E.EnR : HPE + énergie renouvelable : chauffage ou production E.C.S. par la biomasse ou bâtiment raccordé à un réseau alimenté par au moins 60 % de bois ou biomasse.

T.H.P.E : Consommation conventionnelle < 80 % RT 2005

T.H.P.E EnR : Consommation conventionnelle < 70 % RT 2005 avec capteurs solaires ou pompe à chaleur.

B.B.C./Effinergie : Application de la RT 2005 avec :

- un niveau d'exigence de Cep ≤ 50 kWhep/(m².an)
- une performance énergétique améliorée d'au moins 50 % pour les bâtiments du tertiaire.

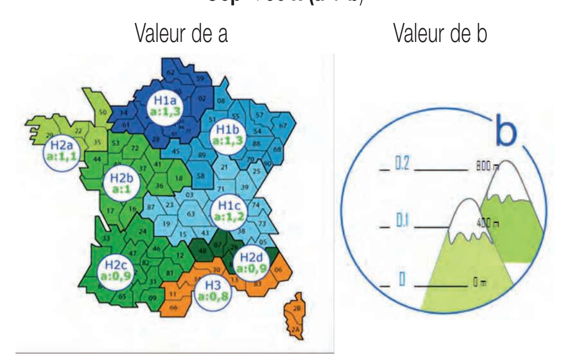
BEPOS : Bâtiment à Énergie POSitive

Cep : Consommation totale du bâtiment (Chauffage, E.C.S éclairage, VMC, etc.) mesurée en énergie primaire. Voir page 200

La consommation conventionnelle d'énergie primaire est modulée selon la zone géographique et l'altitude de la construction et doit être inférieure ou égale à une valeur en kWh/m² de S.H.O.N. :

Cep < 50 x (a + b)

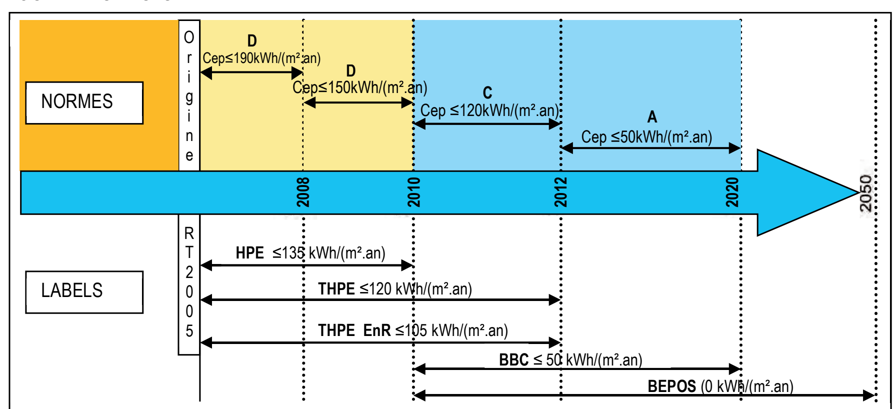
Valeur de a — Valeur de b



Exemples	a	b	a + b	Cep de référence en kWh/ (m².an)
Maison 1 Paris Zone H1a Altitude 26 m	1,3	0	1,3	65
Maison 2 Lourdes Zone H2c Altitude 410 m	0,9	0,1	1	50

Le tableau ci-dessous résume les exigences successives de la réglementation depuis 2005 jusqu'en 2050.

LOGEMENTS NEUFS



42.2 Installations

42.21 Installation photovoltaïque pour particulier

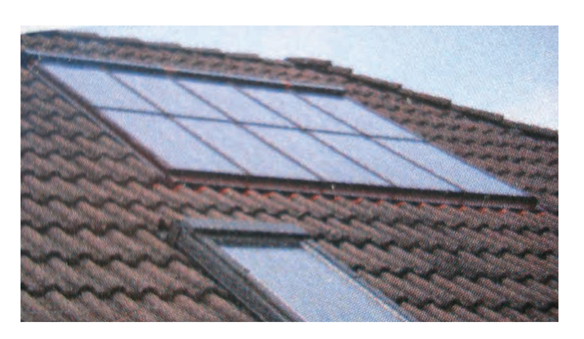
Les panneaux photovoltaïques transforment l'énergie des rayonnements solaires en électricité. Ils sont composés d'éléments semi-conducteurs en silicium dans lesquels l'absorption de photons libère des électrons chargés négativement qui produisent un courant continu. Le composant semi-conducteur le plus courant est l'élément monocristallin, avec un rendement compris entre 13 et 17 %. Ce rendement diminue avec le vieillissement de l'installation.

L'orientation captant 100 % du rayonnement est sud avec une inclinaison comprise entre 30 et 35 % (ensoleillement maximum).

Rendement selon la position et l'orientation des modules				
situation	SO	Sud	SE	Est-Ouest
vertical	65	70	65	50
inclinaison 30-35°	95	100	95	80
horizontal	90			

Les phénomènes de masque même partiels font lourdement chuter le rendement de l'ensemble d'une installation photovoltaïque car l'intensité du courant est moins importante dans la branche des capteurs montés en série.

Principe de raccordement des panneaux solaires d'un kit 3 kW d'une installation chez un particulier : Les panneaux solaires sont montés en série sur deux chaînes en parallèle. Ils produisent un courant continu qui sera transformé en courant alternatif après passage dans l'onduleur. Comme ordre de grandeur, un panneau représente une puissance d'environ 200 W crête (puissance libérée sous un ensoleillement maximum) installés, pour une surface d'environ 1,5 m²). Les installations individuelles pour les particuliers sont inférieures ou égales à une puissance de 3 kW pour des raisons de sécurité et d'achat par le service concessionnaire. Les installations sur les maisons individuelles ont donc une surface inférieure à une vingtaine de mètre carré. L'énergie produite est réintroduite dans le réseau de distribution d'électricité (schéma technique ci-dessous).



Champ photovoltaïque montage en parallèle

Module 1
Module 2
Module 3
Module 4
Module 5
Boite de jonction
Dispositif sectionnement
B I
D S
Onduleur
Module 6
Module 7
Module 8
Module 9
Module 10
DC
AC
Disjoncteur
Compteur
Réseau de distribution

Exemple d'installation :
Deux chaînes de capteurs en parallèle

42.22 Chauffe-eau solaire individuel

Il existe trois grandes familles :

- L'installation forcée sous pression la plus courante actuellement avec circulateur (voir schéma ci-dessous).
- Le thermosiphon qui est une technologie utilisée et adaptée aux régions chaudes où il n'y a pas de risque de gel et dont le seul appoint énergétique est électrique.
- L'installation forcée autovidangeable qui évite les surchauffes l'été et qui permet la récupération du fluide caloporteur du circuit primaire.

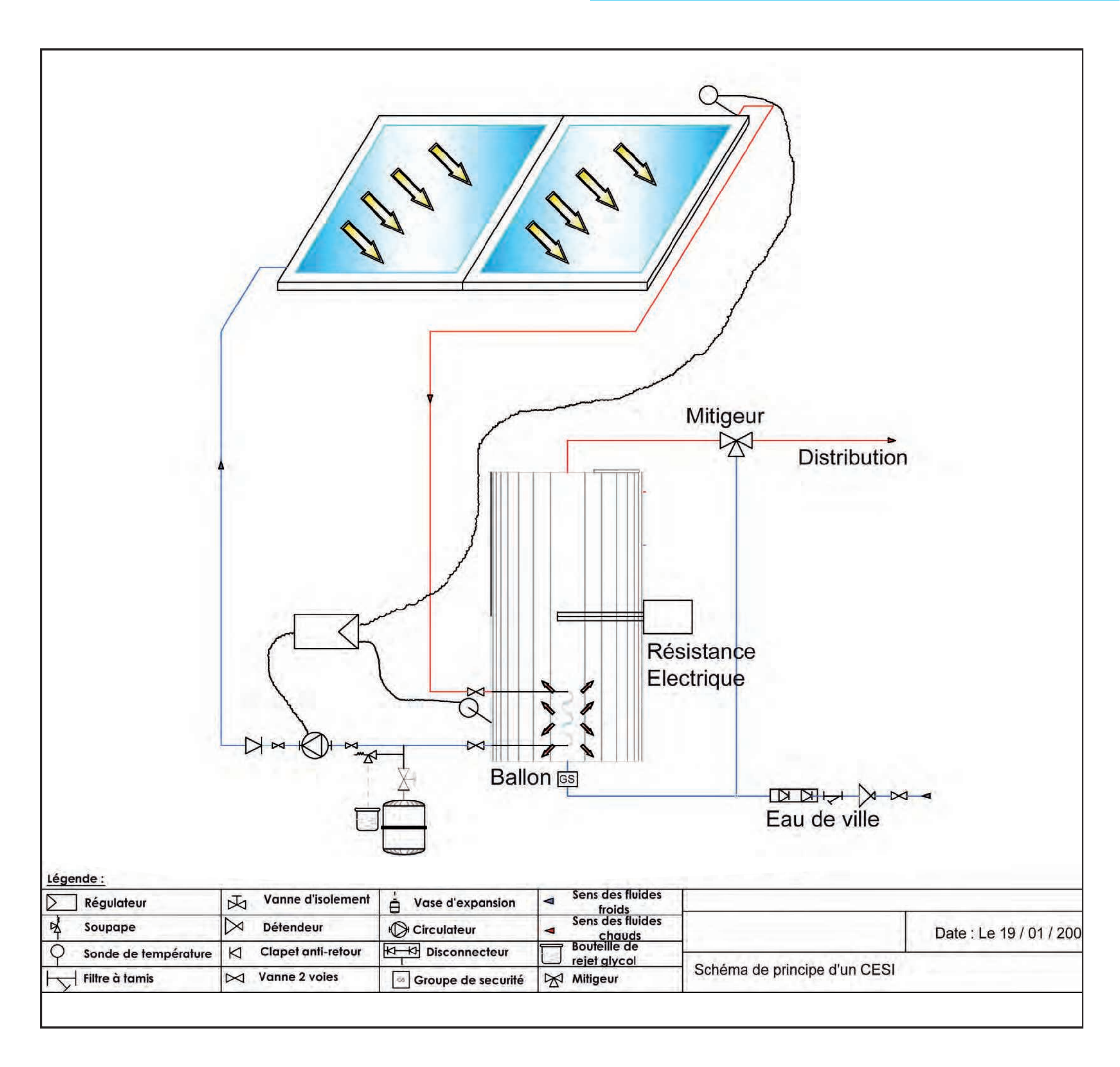
Exemple de dimensionnement d'un CES

Exemple de dimension d'un chauffe-eau solaire pour une famille de quatre personnes :

- Localisation : Lyon, famille de 4 personnes.
- Besoin en ECS : 50 litres ECS (55 °C) par jour et par personne, soit 200 litres pour cette famille.
- À Lyon 1 m² de panneau solaire chauffe 50 litres d'eau à 55 °C.
- L'installation sera composée de 200/50 = 4 m² de panneaux solaires, soit environ 2 panneaux de 2 m² à installer selon fabricant.

Autres localisations :

Surface de panneaux pour une famille de 4 personnes				
Ville	Lille	Paris	Lyon	Marseille
m²	5	4,5	4	3



42.23 Pompe à chaleur

Les pompes à chaleur (PAC) captent les calories provenant d'une source extérieure (terre, air) pour les restituer à un réseau de chauffage intérieur. Il existe trois types de PAC :

- La PAC air-eau, utilisée en basse température (piscine, plancher chauffant, plafond rayonnant, etc.)
- La PAC sur nappe de tuyaux remplis d'eau glycolée, enterrée dans le sol (production ECS, tous types de chauffage) lorsque la surface disponible le permet.
- La PAC sur sonde géothermique avec forage en profondeur.

La performance d'une pompe à chaleur est égale au rapport de la quantité de chaleur produite et l'énergie électrique absorbée par le compresseur. Ce rapport est appelé coefficient de performance et défini par le sigle COP ; il varie de 2 à 4 pour une pompe air-eau selon la température extérieure.

Pour une maison de 100 m², les capteurs installés à l'extérieur occuperont 100 à 120 mètres carrés à une profondeur de 60 cm à 1 m. Sur cette surface, aucun arbre ne pourra être planté pour éviter que les racines endommagent les tuyaux de cuivre. La construction est également impossible sur ce terrain dévolu aux capteurs.

Schéma de principe de l'installation de chauffage avec une PAC

Schéma de principe d'une PAC :

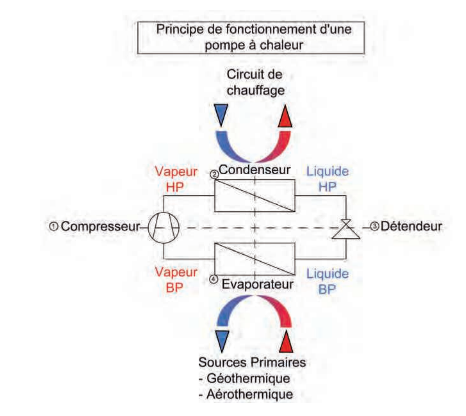
Légende :

① Compresseur : le compresseur comprime le fluide frigorifique de la basse à la haute pression.

② Le condenseur permet la restitution des calories au circuit de chauffage. Le fluide frigorifique, sous forme gazeuse, passe alors à l'état liquide et libère l'énergie contenue.

③ Le détendeur permet au fluide à l'état liquide de passer de la haute à la basse pression

④ L'évaporateur permet la récupération des calories de la source primaire. Le fluide s'évapore et passe à l'état gazeux basse



Fonctionnement d'une PAC géothermique

1 PAC
2 Regard
3 Nappes
4 Panoplies hydrauliques
5 Production ECS
6 Récepteur plancher chauffant
7 Récepteur radiateurs
8 Matériels sanitaires

42.24 Le petit éolien

Une éolienne est un dispositif mécanique destiné à transformer l'énergie du vent en électricité.

Principe (Fig. 3)

Le vent fait tourner des pales fixées sur un rotor, lequel actionne un générateur placé en haut du mât. Si le vent est assez puissant, le générateur ② transforme une partie de cette énergie mécanique en énergie électrique.

L'électricité produite par l'éolienne ① peut être :

- stockée dans des batteries ;
- injectée en totalité sur le réseau public d'électricité ③ ;
- utilisée en priorité pour les besoins propres de la maison.

Ce qui n'est pas consommé sur place est injecté sur le réseau de distribution publique d'électricité.

Puissance installée :

Les éoliennes des habitations individuelles ont une puissance de l'ordre de 1 à 36 kW, et peuvent produire 1 000 à 50 000 kWh par an selon les régions et l'exposition au vent.

La puissance développée P(W) dépend de la vitesse du vent V(m/s) et de l'aire balayée par les pales (Fig. 1) A(m^2) ; $P = k.A.V^3$, avec k rendement de l'éolienne variant de à 0,15 à 0,25 selon les modèles.

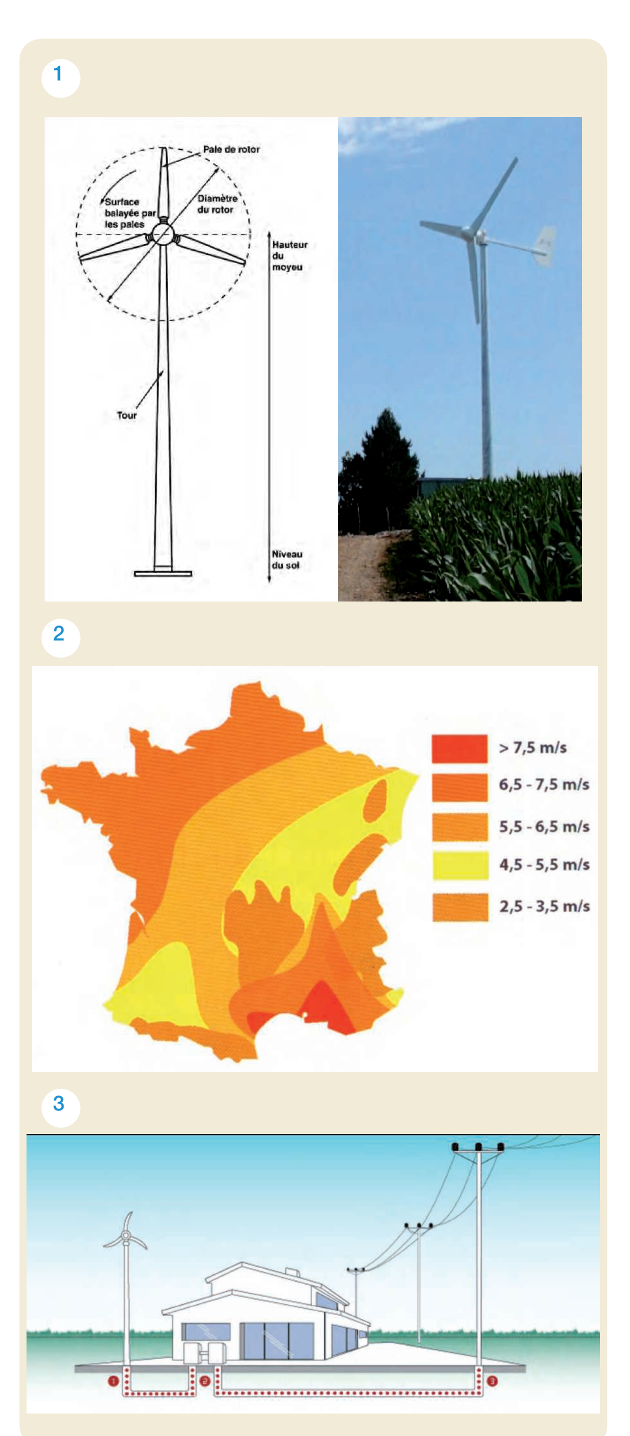
La vitesse du vent varie selon la région et l'exposition au vent de l'éolienne. Les masques (forêt, construction) diminuent considérablement la vitesse du vent et plus le mât est haut, plus le vent est fort, notamment si l'éolienne est située en haut d'une élévation. L'implantation est choisie pour obtenir une grande vitesse de vent et ceci le plus de temps possible. Il est nécessaire d'éviter tous les masques en prévoyant un mât suffisamment haut (de 8 à 20 m). Au-delà de 12 m, un permis de construire est obligatoire.

Exemple : hauteur du mât = 11,5 m ; vitesse du vent = 10 m/s ; diamètre des pales = 3,72 m, et k = 0,184 ; alors P = 2 kW

Des cartes (Fig. 2) donnent la vitesse moyenne des vents selon les régions ; cela permet de choisir l'emplacement et d'estimer la production annuelle d'électricité (W produite/an = 8 760 x P)

Exemple : vitesse moyenne annuelle = 5 m/s ; diamètre des pales = 3,72 m, et k = 0,184 ; alors P = 250 W ; Wprod = 2 200 kWh/an

À une distance de 250 mètres, une éolienne type produit un niveau de pression acoustique d'environ 45 dB (A)



42.25 Sites developpement durable

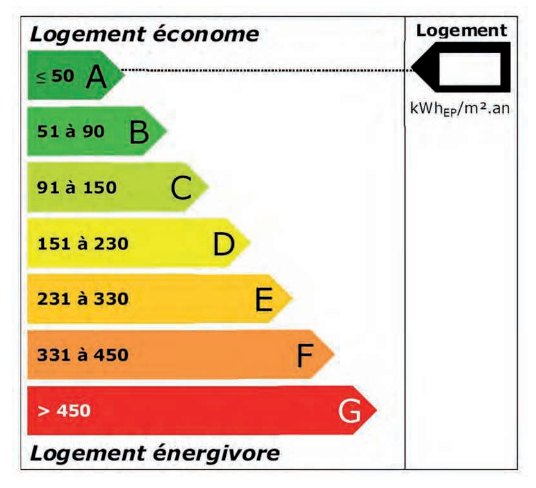
SITES GENERALISTES	
www.ipcc.ch	GIEC : groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat
www.asder.asso.fr	Banque de données énergies renouvelables
www.ademe.fr	Réglementation & subventions
www.certita.org	Organisme de certification du Génie climatique
www.promotelec.com	Association de promotion de l'électricité et Organisme certificateur HPE
www.effinergie.org	Appellation pour les bâtiments B.B.C. Consommation fixée à 50 kWh/m² .an
www.qualiteconstruction.com	Association de professionnels de prévention des désordres
www.afpg.asso.fr	Association des professionnels de la géothermie
http://www.qualit-enr.org	Portail européen des installateurs d'énergie renouvelables
www.ines-solaire.org	Base de données et logiciel de simulation pour solaire thermique
www.rt-batiment.fr	Données techniques du CSTB
www.certivea.fr	Organisme certificateur HPE
www.cerqual.fr	Organisme certificateur HPE
www.cequami.fr	Organisme certificateur HPE
www.qualitel.org	Organisme certificateur HPE
SITES TECHNIQUES	
www.enerplan.asso	Subventions et actualités pour le solaire
www.cler.org	Association pour la promotion des énergies renouvelables
www.ageden.org	Banque de données énergies renouvelables
www.hespul.org	Décret et actualités sur le photovoltaïque
www.tecsol.fr	Dimensionnement solaire, thermique et photovoltaïque
www.thermexcel.com	Calcul des déperditions thermiques
www.thewindpower.net	Base de données sur les éoliennes et parcs éoliens
www.afpac.org	Association française pour la pompe à chaleur
aicvf.org	Dimensionnement (ratio de...)
www.costic.com	Réglementation
www.qualit-enr.org	Le portail des installateurs d'énergies renouvelables
http://www.dpe-diagnostic-performance-energetique.eu	simulateur de diagnostic performance énergétique d'un logement
SITES FABRICANTS DE MATÉRIEL	
www.okofen.fr	Fabricant chaudière bois granulés
www.hargassner-france.com	Fabricant chaudière bois granulés
www.clipsol.com	Fabricant systèmes solaires
www.ines-solaire.org	Institut national de l'énergie solaire
www.solisart.fr	Fabricant systèmes solaires
www.weishaupt.fr	Fabricant systèmes énergétiques
www.portail-solaire.com	Portail de l'énergie solaire
www1.systemair.com	Fabricant de systèmes de ventilation
www.iteb.org	Association pour la promotion de la filière biomasse et bois
www.heliciel.com	Fabricant d'éoliennes
www.windeo-planet.com	Fabricant d'éoliennes
www.aldes.fr	Fabricant de systèmes de ventilation
www .airmat-europe.com	Fabricant de pompes à chaleur
www.ajtech.fr	Fabricant de pompes à chaleur
www.alpha-innotec.fr	Fabricant de pompes à chaleur
www.dimplex.com	Fabricant de pompes à chaleur et ventilo-convecteurs
www.nexa-france.com	Fabricant de pompes à chaleur et géothermie
www.enalsa.fr	Fabricant de pompes à chaleur et géothermie
www.sofath.com	Fabricant de pompes à chaleur et géothermie
www.eole-fr.com	Fabricant de puits canadiens
www.airpreau.com	Fabricant de puits canadiens
www.helios-fr.com	Fabricant de matériel aéraulique et puits canadiens
www.climdatec.com	Fabricant de pompes à chaleur
www.bravethabitat.fr	Fourniture et installation de matériel (PAC...)

42.26 Glossaire du développement durable

BBC : bâtiment basse consommation, bâtiment qui atteint un niveau de performance énergétique élevé.

DPE : diagnostic de performance énergétique. Le **diagnostic de performance énergétique (DPE)** renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émission de gaz à effet de serre.

Étiquette énergie selon ministère de l'Écologie, du Développement durable, du Transport et du Logement.



Cette étiquette doit être renseignée pour l'achat ou la vente d'un logement, en précisant la décomposition de la consommation en énergies fossiles et/ou renouvelables.

Index de performance énergétique : valeur calculée de la consommation d'énergie par m² de surface et par année.

Maison à énergie positive : maison qui produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme pour son fonctionnement.

Maison bioclimatique : maison conçue pour s'adapter à un climat et à un environnement.

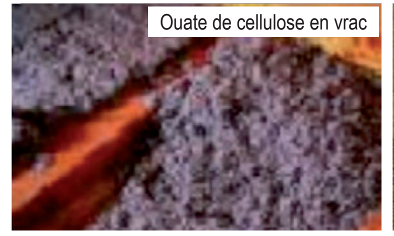
L'énergie consommée prise en compte dans la consommation est modulée selon le type d'énergie utilisée :

- Énergie finale = quantité d'énergie consommée (relevée sur le compteur)
- Énergie primaire = quantité d'énergie consommée + quantité d'énergie nécessaire à la production de cette énergie
- Coefficients de conversion : ep = n x ef

	gaz	fioul	électricité	bois
n = ep/ef	1	1	2,58	1

43 Materiaux durables

Matériau Unité	Densité Kg/m³	Lambda W/m.K	Critères DD			Coût
			Energie grise kWh/kg	Bilan CO^2 kgCO^2eq/kg	Bilan DD	
Panneaux de liège expansé	110	0,035	1,97	-1,23	++	III
Bottes de paille	90	0,052	0,24	-	++	III
Panneaux fibres de bois (haute densité)	160	0,047	3,81	-0,58	++	II
Ouate de cellulose en vrac (haute densité)	55	0,040	1,95	-0,91	++	II
Fibre de bois semi rigide	40	0,040	5,42	-0,18	+	II
Laine de chanvre	30	0,040	8,64	-0,13	+	III
Laine de mouton	20	0,040	4,08	0,04	+	IIII
Laine de coton recyclé	25	0,040	10,56	0,36	+	III
Panneau de silicate de calcium	115	0,050	4,77	0,47	+	III
Laines de roche (haute densité)	140	0,040	6,47	1,64	-	I
Laine de verre	25	0,036	13,83	2,26	-	I
Polystyrène expansé	17	0,035	27,36	3,45	--	I
Polyuréthane	30	0,027	28,33	4,04	--	II


Ouate de cellulose en vrac


Fibre de bois semi rigide


Laine de mouton


Panneau de liège expansé


Laine de coton recyclé

Exemple de maison BBC (hors installations techniques)

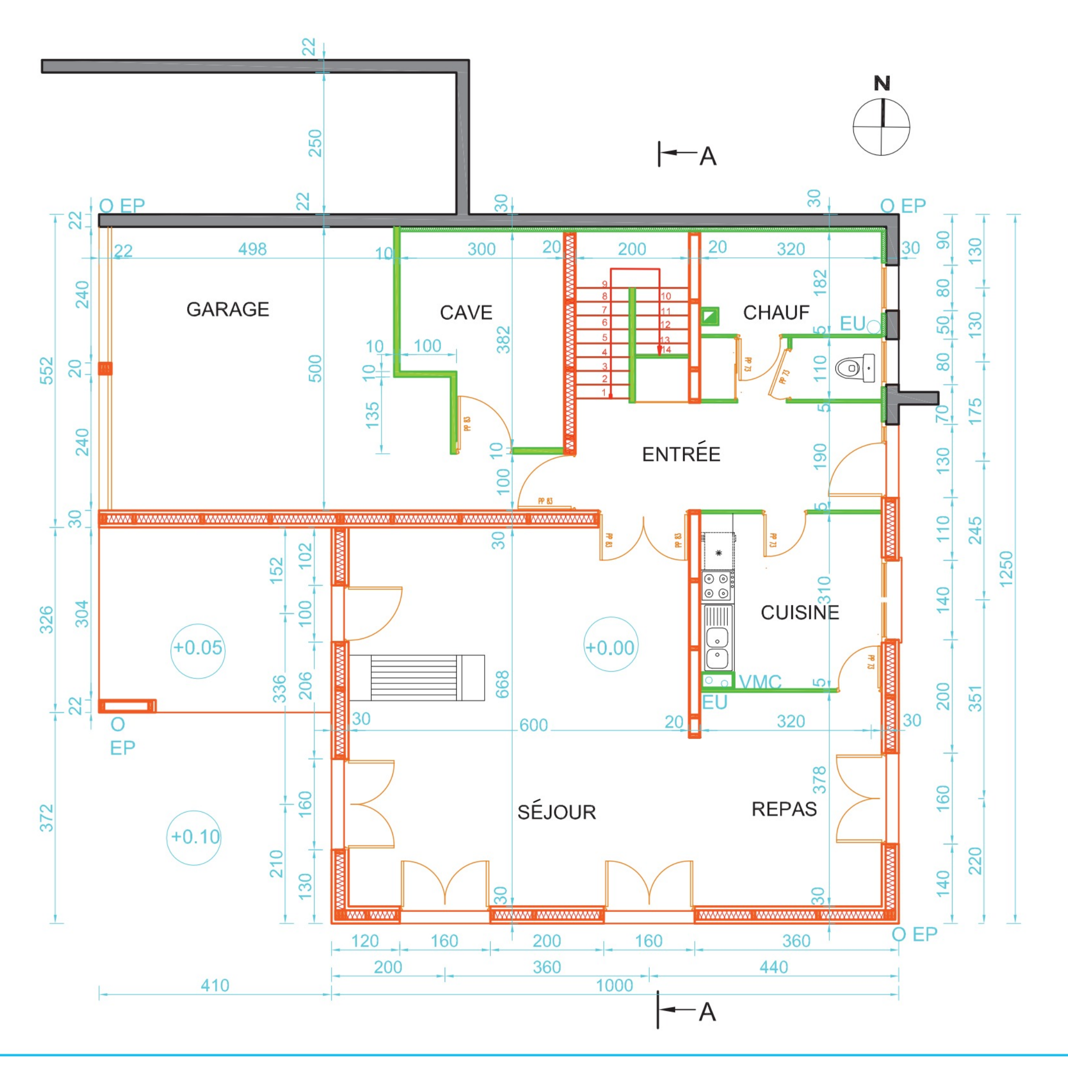
Conception générale du volume : maison compacte, toiture terrasse, partiellement enterrée

Orientation : garage et locaux techniques au Nord ; espace vie principalement au Sud ainsi qu'à l'Est et Ouest ; pas d'ouverture au Nord ; apports passifs par ouverture au Sud.

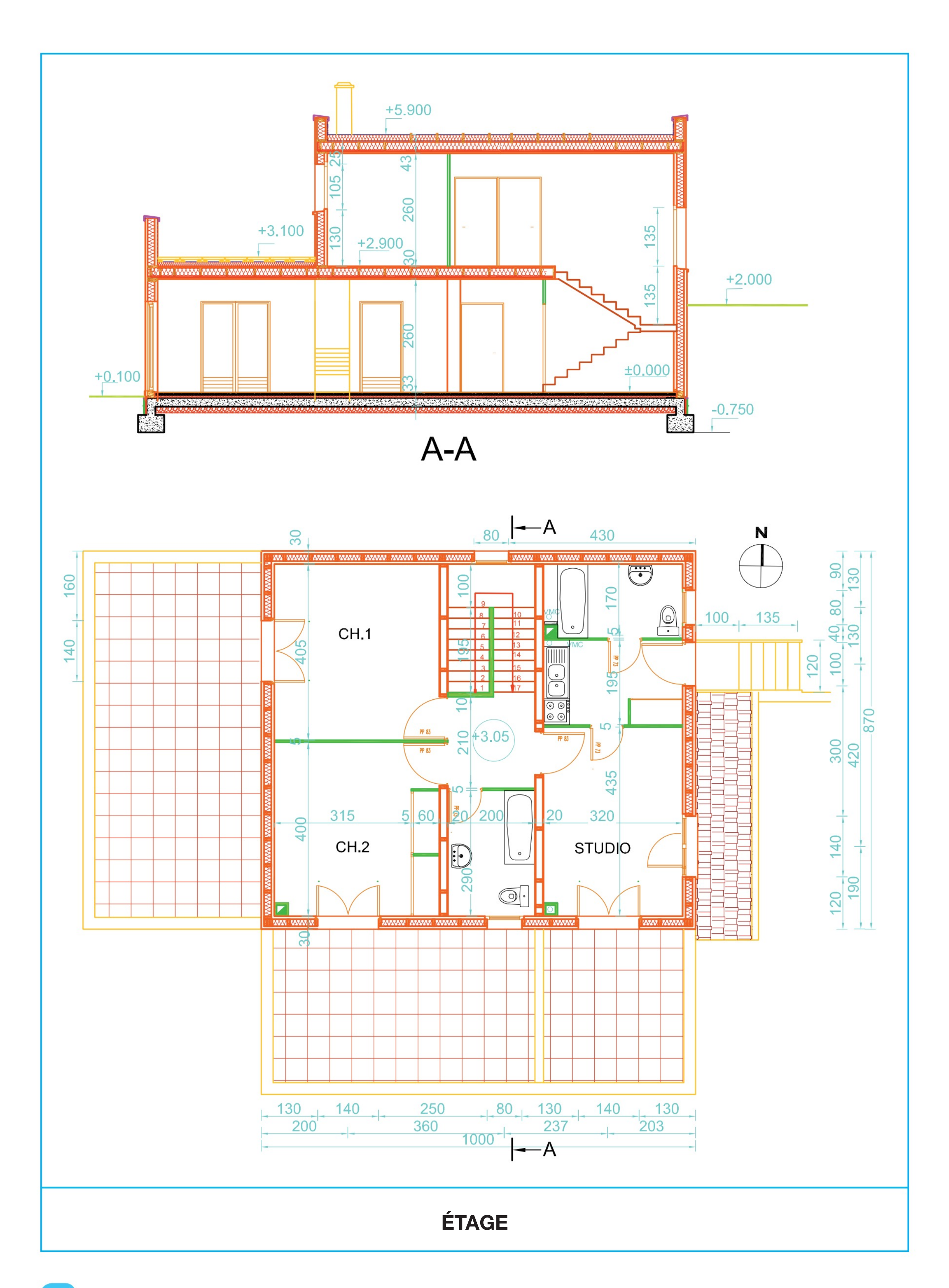
Structure : bois en ossature verticale avec contreventement par voile OSB (montants verticaux et traverses horizontales de 165mm) ; plancher bois par solivage de 225 mm.

Isolation thermique de l'enveloppe : en murs 165mm de laine de roche et 45mm d'isolant intérieur pour passage des réseaux et rupture de pont thermique ; en terrasse 225mm de laine de roche entre solives + 80mm de polyuréthane ; contre murs enterrés 100mm de polystyrène en isolation intérieure ; traitement des ponts thermiques.

Etanchéité de l'enveloppe : pare-vapeur continu ; limitation des traversées de l'enveloppe (passage des canalisations entre parement intérieur BA13 et pare-vapeur ; pare-pluie extérieur.

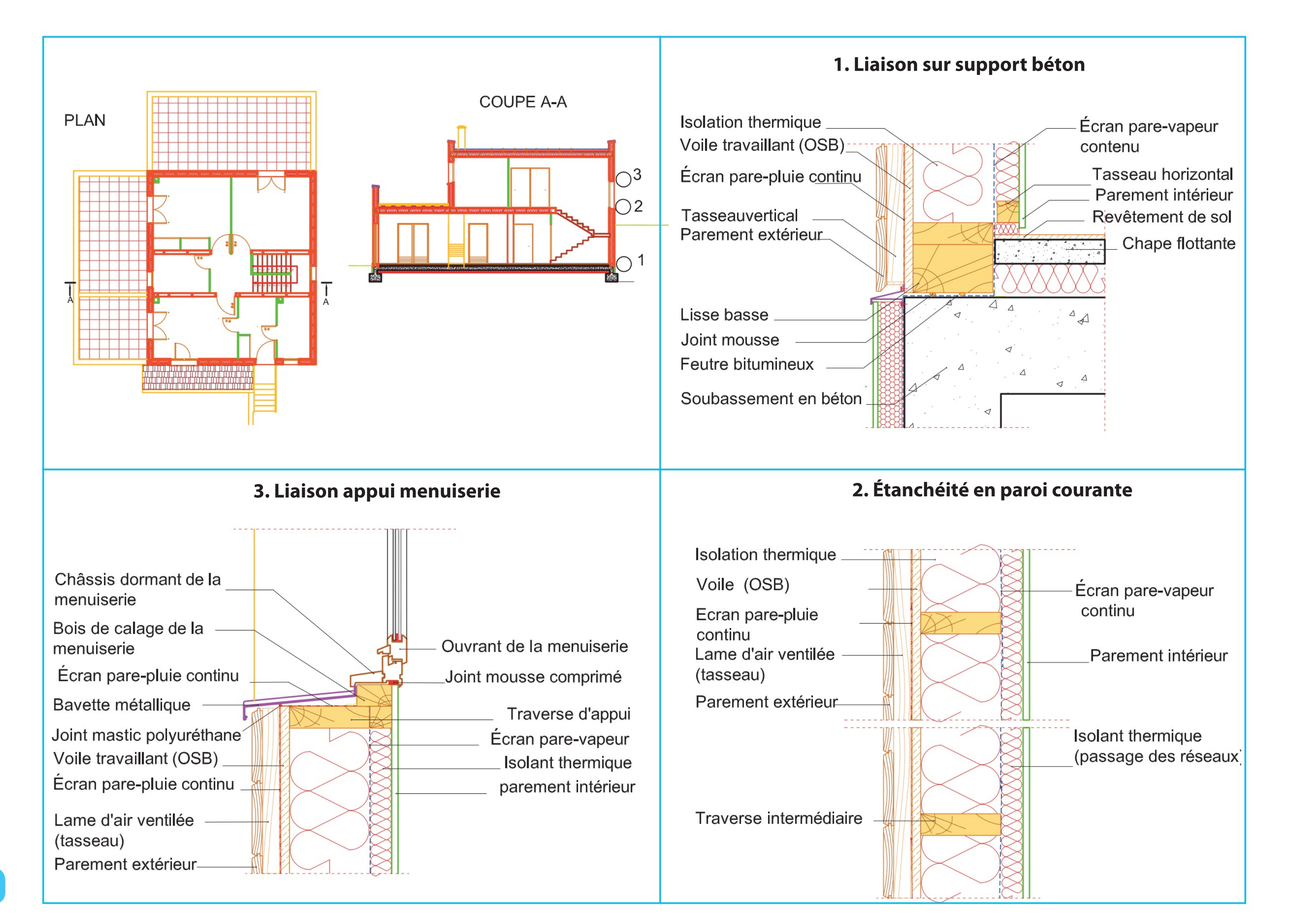


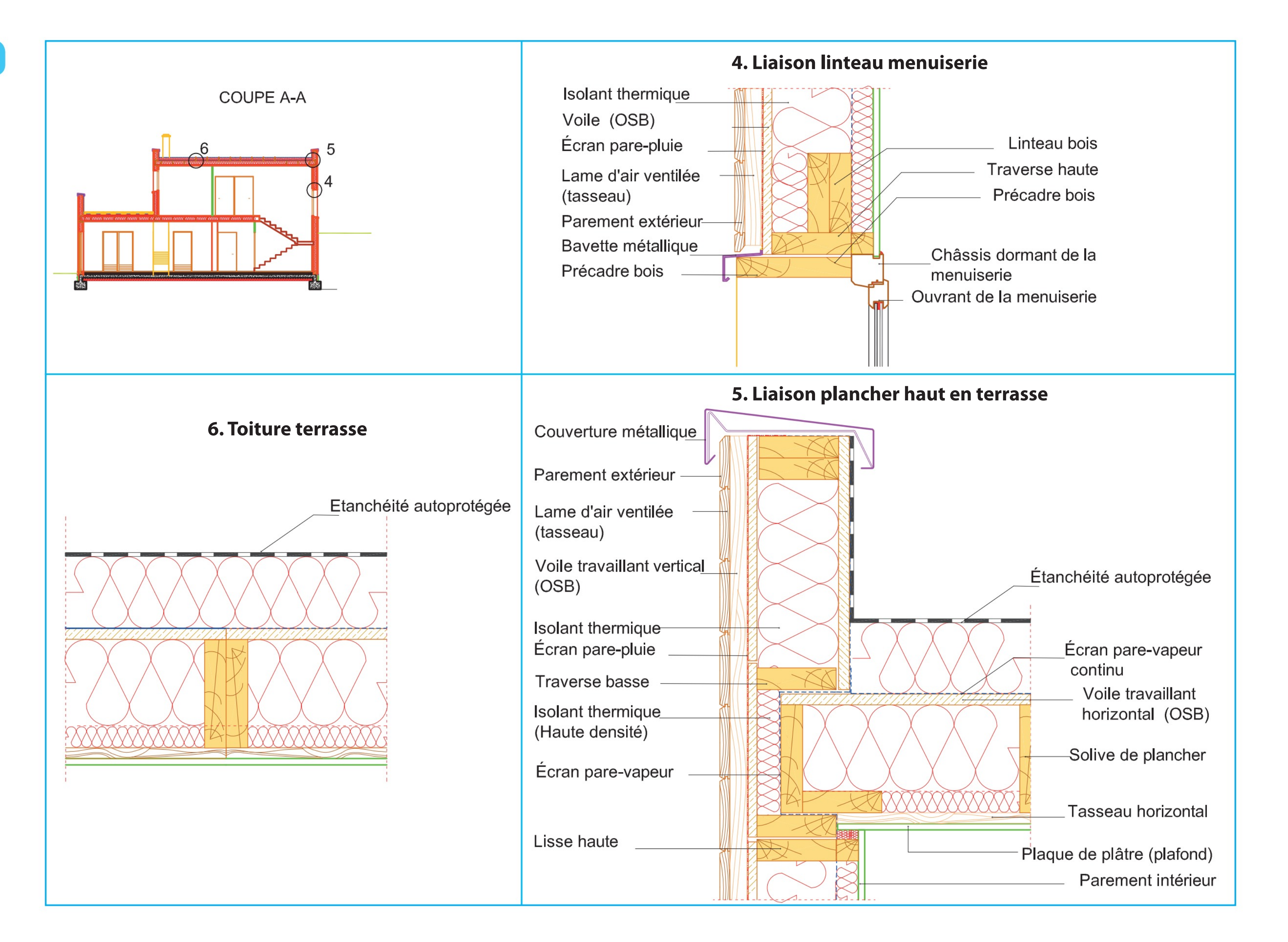
REZ-DE CHAUSSÉE

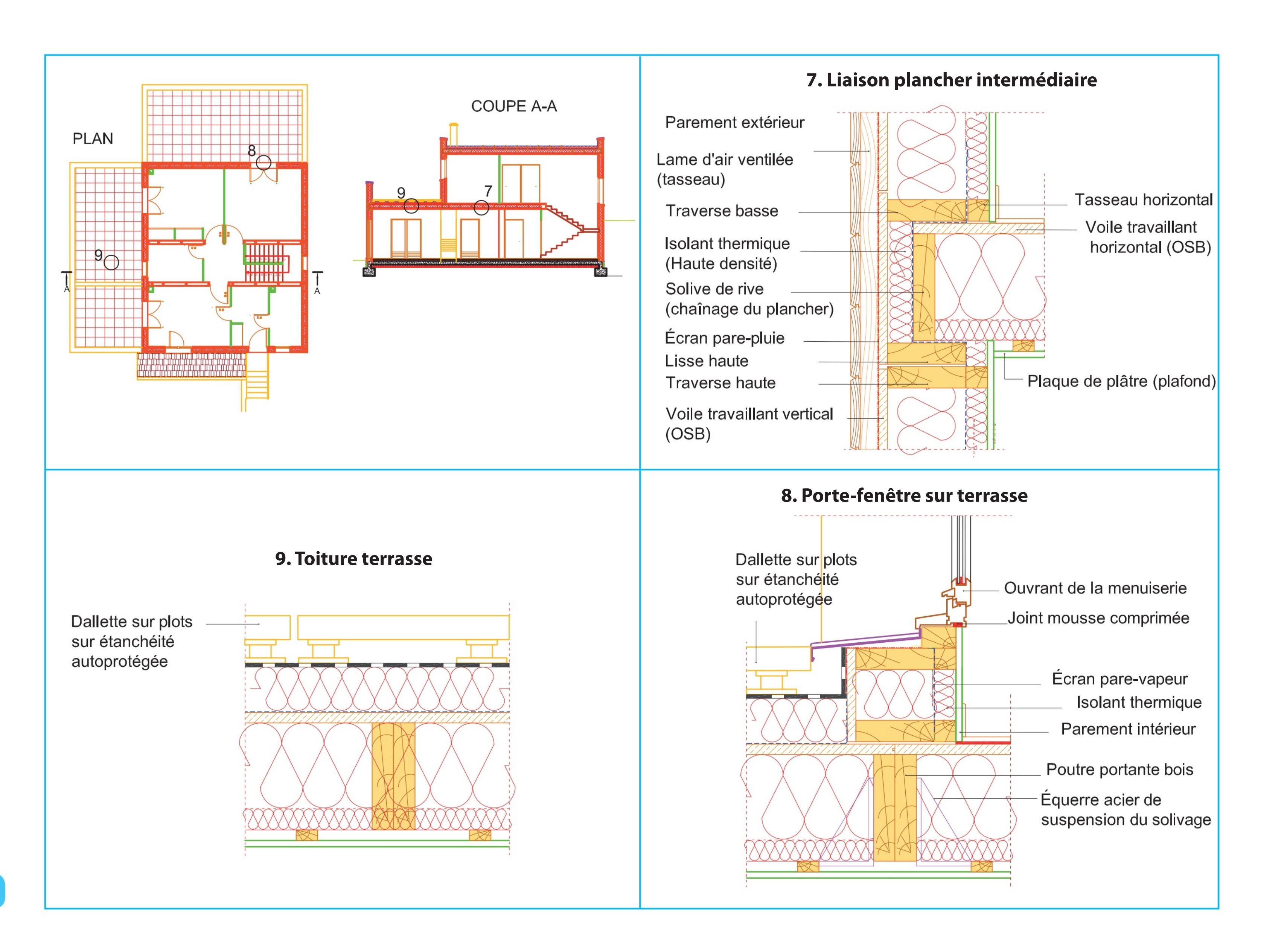


+5.900
+3.100
+2.900
+2.000
+0.100
±0.000
-0.750
A-A
CH.1
CH.2
STUDIO
+3.05
N
1000

ÉTAGE


PLAN
A
A
COUPE A-A
3
2
1
1. Liaison sur support béton
Isolation thermique
Voile travaillant (OSB)
Écran pare-pluie continu
Tasseauvertical
Parement extérieur
Lisse basse
Joint mousse
Feutre bitumineux
Soubassement en béton
Écran pare-vapeur contenu
Tasseau horizontal
Parement intérieur
Revêtement de sol
Chape flottante
3. Liaison appui menuiserie
Châssis dormant de la menuiserie
Bois de calage de la menuiserie
Écran pare-pluie continu
Bavette métallique
Joint mastic polyuréthane
Voile travaillant (OSB)
Écran pare-pluie continu
Lame d'air ventilée (tasseau)
Parement extérieur
Ouvrant de la menuiserie
Joint mousse comprimé
Traverse d'appui
Écran pare-vapeur
Isolant thermique
parement intérieur
2. Étanchéité en paroi courante
Isolation thermique
Voile (OSB)
Ecran pare-pluie continu
Lame d'air ventilée (tasseau)
Parement extérieur
Traverse intermédiaire
Écran pare-vapeur continu
Parement intérieur
Isolant thermique (passage des réseaux)


COUPE A-A
6
5
4
4. Liaison linteau menuiserie
Isolant thermique
Voile (OSB)
Écran pare-pluie
Lame d'air ventilée (tasseau)
Parement extérieur
Bavette métallique
Précadre bois
Linteau bois
Traverse haute
Précadre bois
Châssis dormant de la menuiserie
Ouvrant de la menuiserie
6. Toiture terrasse
Etanchéité autoprotégée
5. Liaison plancher haut en terrasse
Couverture métallique
Parement extérieur
Lame d'air ventilée (tasseau)
Voile travaillant vertical (OSB)
Isolant thermique
Écran pare-pluie
Traverse basse
Isolant thermique (Haute densité)
Écran pare-vapeur
Lisse haute
Étanchéité autoprotégée
Écran pare-vapeur continu
Voile travaillant horizontal (OSB)
Solive de plancher
Tasseau horizontal
Plaque de plâtre (plafond)
Parement intérieur


PLAN
8
9
A
A
COUPE A-A
9
7
7. Liaison plancher intermédiaire
Parement extérieur
Lame d'air ventilée
(tasseau)
Traverse basse
Isolant thermique
(Haute densité)
Solive de rive
(chaînage du plancher)
Écran pare-pluie
Lisse haute
Traverse haute
Voile travaillant vertical
(OSB)
Tasseau horizontal
Voile travaillant
horizontal (OSB)
Plaque de plâtre (plafond)
9. Toiture terrasse
Dallette sur plots
sur étanchéité
autoprotégée
8. Porte-fenêtre sur terrasse
Dallette sur plots
sur étanchéité
autoprotégée
Ouvrant de la menuiserie
Joint mousse comprimée
Écran pare-vapeur
Isolant thermique
Parement intérieur
Poutre portante bois
Équerre acier de
suspension du solivage

45 Constructions géométriques

45.1 Perpendiculaires

45.11 Médiatrice d'un segment +

De A et B pour centres, tracer deux arcs de cercle de rayon $R > \frac{AB}{2}$ qui se coupent en C et D. Joindre CD qui est la médiatrice de AB.

45.12 Abaissée d'un point sur une droite Δ

De A pour centre, tracer un arc de cercle qui coupe Δ en B et C. De B et C pour centre, tracer deux arcs de cercle de rayon $R > \frac{AB}{2}$ qui se coupent en D.

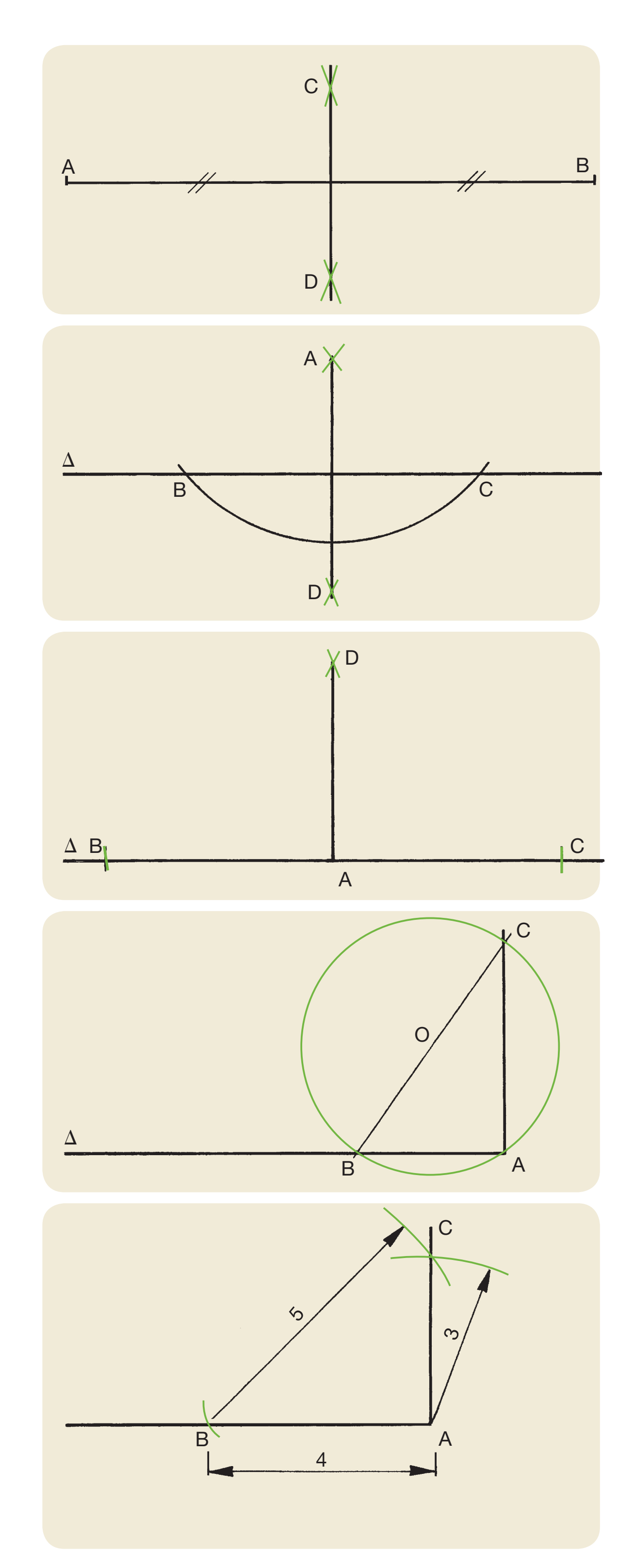
Joindre AD qui est la perpendiculaire cherchée.

45.13 Élevée d'un point A de Δ

De A pour centre, tracer deux arcs de cercle de rayon quelconque qui coupent Δ en B et C. En gardant le même rayon, tracer de B et C pour centres deux arcs de cercle qui se coupent en D. Joindre AD qui est la perpendiculaire cherchée.

45.14 Élevée à l'extrémité d'un segment

Prendre pour centre un point O n'appartenant pas à Δ. Avec pour rayon OA, tracer le cercle qui coupe Δ en B. Joindre BO qui coupe le cercle en C. Joindre CA qui est la perpendiculaire.



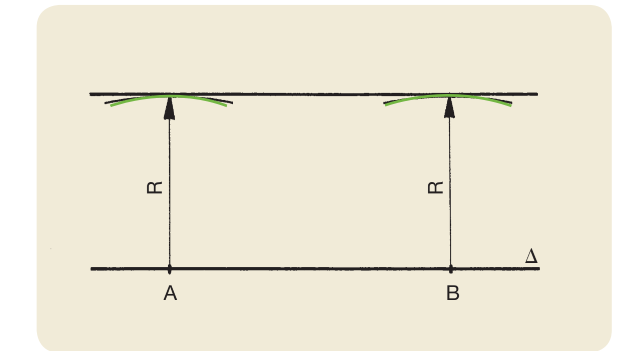
45.2 Triangle 3-4-5

Tracer AB = quatre unités. De A, tracer un arc de cercle de rayon trois unités et de B, un arc de cercle de rayon cinq unités. Ils se coupent en C. Joindre CA qui est la perpendiculaire cherchée.

45.3 Construction de parallèles

45.31 Tracé d'une parallèle à Δ à une distance donnée R

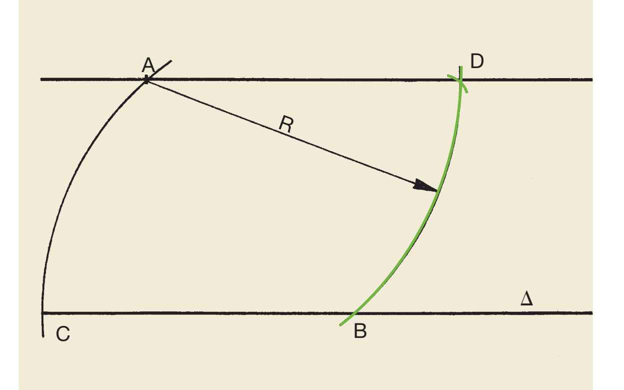
Par deux points quelconques A et B de Δ, aussi éloignés que possible, tracer deux arcs de cercle de rayon R. Tracer la droite qui s'appuie sur les deux arcs de cercle. Cette méthode a une précision suffisante pour les tracés courants-; elle se justifie par sa rapidité d'exécution.



45.32 Tracé d'une parallèle à Δ passant par A

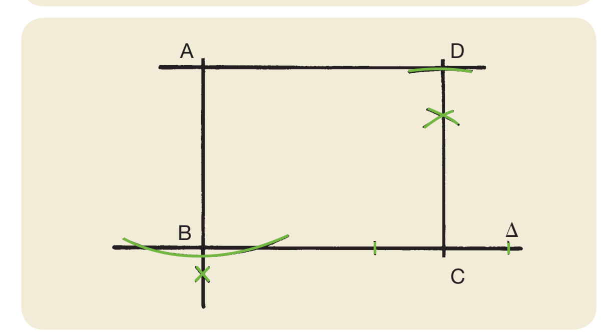
1re méthode

De A pour centre, tracer un arc de cercle de rayon R qui coupe Δ en B. De B pour centre et avec le même rayon R, tracer un arc de cercle qui passe par A et coupe Δ en C. De B pour centre, tracer l'arc de cercle de rayon CA qui coupe le 1er en D. Joindre AD qui est la parallèle cherchée (les points ABCD forment un parallélogramme).



2e méthode

Abaisser de A la perpendiculaire AB sur Δ. Par un point C de Δ, aussi éloigné que possible de A, élever la perpendiculaire à Δ. Reporter de C sur cette perpendiculaire la distance AB, ce qui définit le point D. Joindre DA qui est la parallèle cherchée.

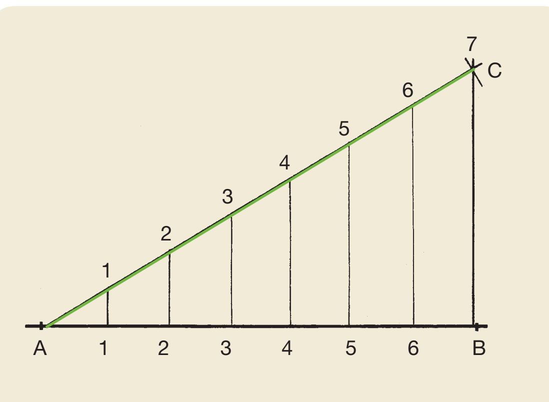


45.33 Division d'un segment en parties égales

Soit à diviser le segment AB en n parties égales :

- Élever de B la perpendiculaire à AB (voir § 42.13).
- De A pour centre, tracer un arc de cercle de rayon R = nx (x sera une longueur facilement mesurable, par exemple-: 5, 10 ou 20 mm) qui coupe cette perpendiculaire en C.
- Diviser AC en n parties égales en reportant à partir de A les valeurs cumulées : x, 2x, 3x..., nx à l'aide d'une règle graduée.
- Abaisser des points ainsi définis les perpendiculaires sur AB qui déterminent n segment égaux.

Dans l'exemple ci-contre : n = 7, x = 10 mm. Cette construction est une application du théorème de Thalès ; elle offre l'avantage de pouvoir tracer des parallèles à l'aide d'un té et d'une équerre.



45.4 Tracé des polygones réguliers convexes inscrits

45.41 Définition

- Un polygone régulier a ses angles et ses côtés égaux, il peut être inscrit dans une circonférence de rayon R.
- On peut toujours construire un polygone régulier à partir de l'angle au centre α :

$$\alpha = \frac{360°}{n} \text{ (n = nombre de côtés).}$$

- Les constructions à utiliser pour les polygones réguliers les plus usuels sont indiquées ci-dessous.

45.42 Carré

Tracer les deux axes perpendiculaires AB, CD. Joindre AC, CB, BD, DA.

45.43 Triangle équilatéral

Tracer un diamètre AB. De B pour un centre, tracer les arcs de cercle de rayon R qui coupent le cercle en D et C. Joindre AC, CD, DA.

45.44 Pentagone

Tracer deux diamètres perpendiculaires AB, CD. Tracer la médiatrice de OC. De M pour centre, tracer un arc de cercle de rayon MA qui coupe CD en N. AN est le côté du pentagone.

45.45 Hexagone

Tracer un diamètre AB. De A et B pour centre, tracer les arcs de cercle de rayon R qui coupent le cercle en C, D, E, F. Joindre BC, BD, DF, AF, CE, EA.

45.46 Octogone

Tracer deux diamètres perpendiculaires AB, CD.

Tracer les deux bissectrices des angles droits EF, GH.

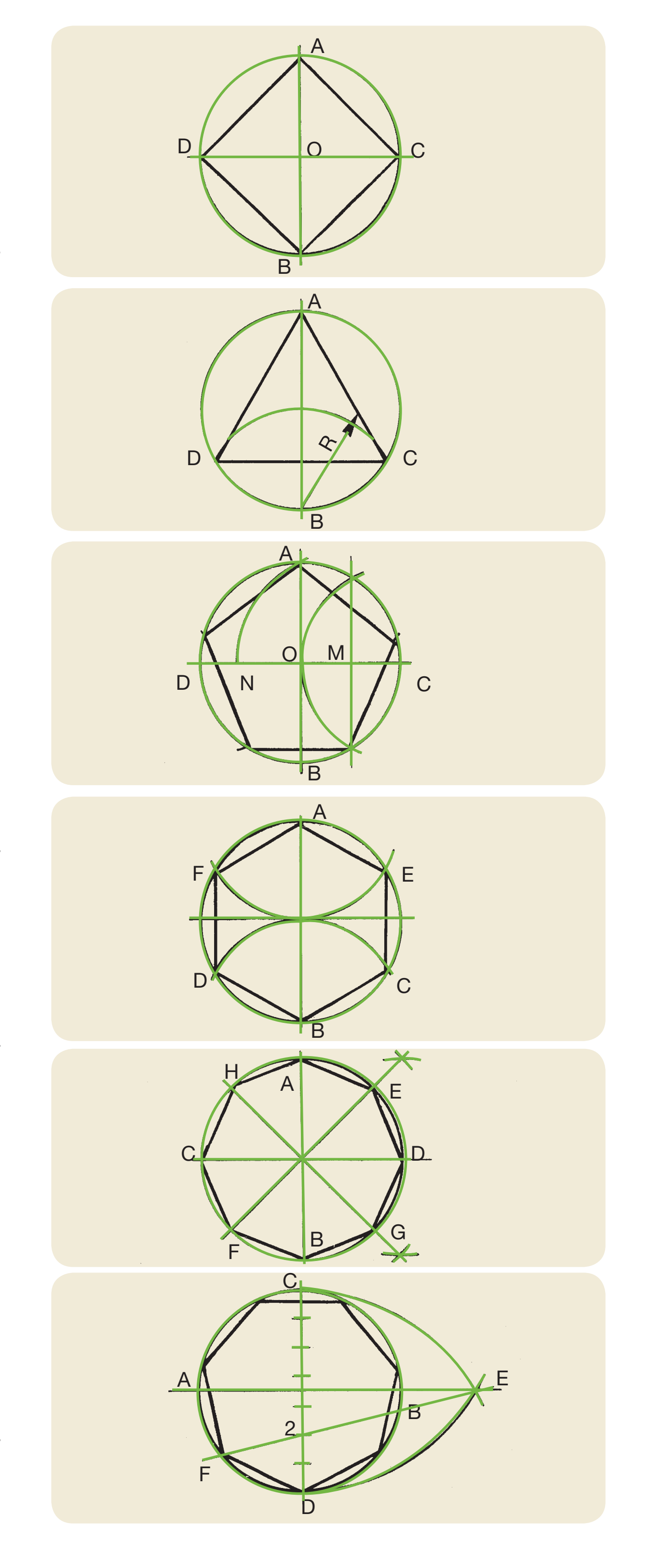
Joindre AH, HC, CF, FB, BG, GD, DE, EA.

45.47 Tracé d'un polygone régulier à n côtés égaux

Tracer deux diamètres perpendiculaires AB, CD.

Diviser CD en n parties égales. De C et D pour centres, tracer deux arcs de cercles de rayon CD qui se coupent en E.

Joindre E2 qui coupe le cercle en F, etc…

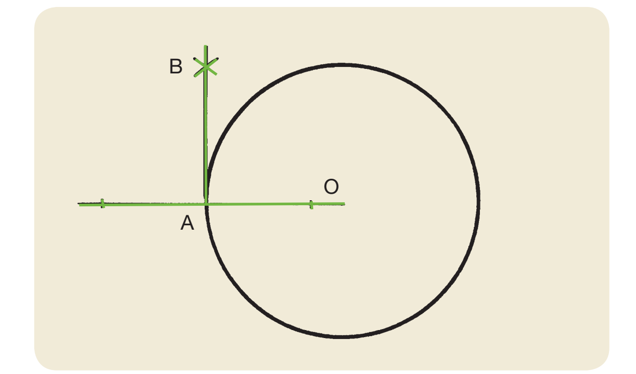


46 Tangentes et raccordements

46.1 Les tangentes

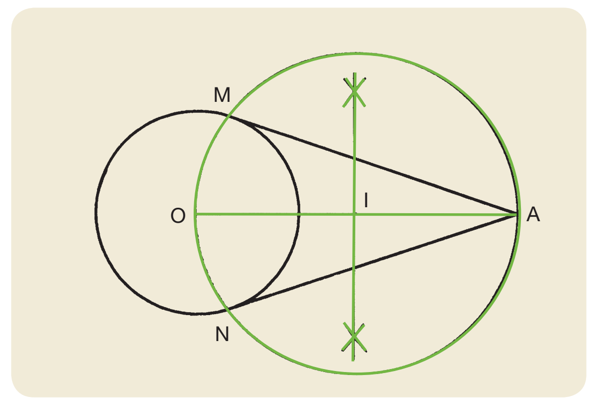
46.11 Tangente en un point d'un cercle

Tracer OA, élever la perpendiculaire AB en A à OA. AB est la tangente.



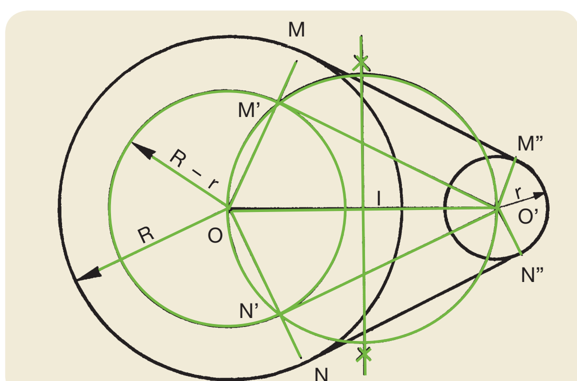
46.12 Tangentes passant par un point extérieur

Tracer la médiatrice de OA. Tracer le cercle de centre I et de diamètre OA qui coupe le cercle aux points de tangente M et N. Joindre AM et AN.



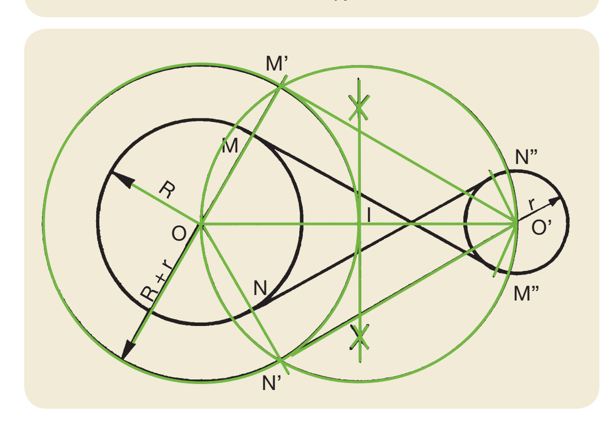
46.13 Tangentes extérieures communes à deux cercles

Tracer la médiatrice de OO', le cercle de centre I et de diamètre OO'. De O pour centre, tracer un cercle de rayon R - r qui coupe le précédent en M' et N' ; tracer OM' qui coupe le cercle en M et ON' en N. Tracer de O' les parallèles à OM' et ON' qui coupent le petit cercle en M" et N". Joindre MM" et NN".



46.14 Tangentes intérieures communes à deux cercles

Tracer OO', la médiatrice de OO', le cercle de centre I et de diamètre OO'. De O pour centre, tracer un cercle de rayon R + r qui coupe le précédent en M' et N' ; tracer OM' et ON' qui coupent le cercle en M et N. De O', tracer les parallèles O'M" à OM et O'N" à ON. Joindre MM" et NN".



46.2 Raccordements

46.21 De deux droites (fig. 1)

Tracer les deux parallèles intérieures aux deux droites Δ et D à une distance R. Elles se coupent en O. Abaisser de O sur Δ et D les perpendiculaires OM et ON. Tracer l'arc de cercle MN de centre O et de rayon R.

46.22 D'une droite et d'un cercle

- **Extérieurement (fig. 2)**

Tracer la parallèle à Δ à la distance r et le cercle de centre O de rayon r + R. Ils se coupent en O'. Joindre OO' qui coupe le cercle en M et abaisser la perpendiculaire de O' sur Δ. Tracer l'arc de cercle MN de centre O' et de rayon r.

- **Intérieurement (fig. 3)**

Tracer la parallèle à Δ à la distance r. Tracer le cercle de centre O de rayon R – r. Il coupe la parallèle à Δ en O'. Abaisser la perpendiculaire de O' sur Δ et joindre OO' qui coupe le cercle en M. De O' pour centre, avec un rayon r tracer l'arc de cercle de raccordement MN.

46.23 De deux cercles

- **Extérieurement (fig. 4)**

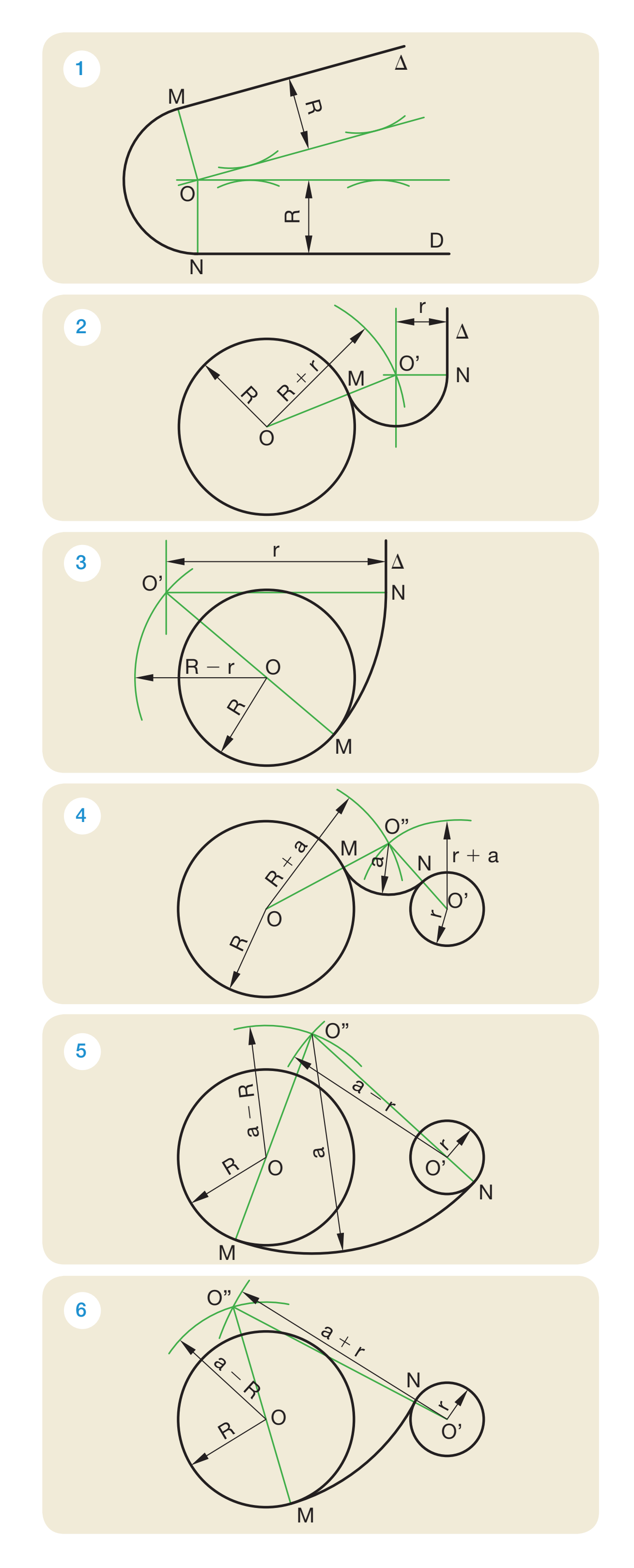
Tracer à partir de O un cercle de rayon R + a, et de O' un cercle de rayon r + a. Ils se coupent en O". Joindre OO" et O'O" qui coupent les cercles en M et N. Tracer l'arc de cercle MN de raccordement à partir du centre O".

- **Intérieurement (fig. 5)**

Tracer à partir de O un cercle de rayon a – R, et à partir de O' un cercle de rayon a – r. Ils se coupent en O". Joindre OO" et O'O" qui coupent les cercles en M et N. Tracer l'arc de cercle MN de raccordement à partir du centre O".

- **Intérieurement à l'un et extérieurement à l'autre (fig. 6)**

Tracer à partir de O un cercle de rayon a – R, et à partir de O' un cercle de rayon a + r. Ils se coupent en O". Joindre OO" et O'O" qui coupent les cercles en M et N. De O" pour centre, tracer l'arc de cercle de raccordement MN.



47 Courbes usuelles

47.1 L'ellipse

C'est l'ensemble des points dont la somme des distances à deux points fixes appelés foyers est constante. Une ellipse se définit par les dimensions de ses axes.

- **Méthode dite « du jardinier » : (fig. 1)**

Elle est très commode pour obtenir sans construction une ellipse de grandes dimensions, pour cela :
Fixer aux points A et B (les foyers) un cordeau dont la longueur sera déterminée en fonction des dimensions souhaitées.
En gardant le cordeau tendu, tracer la courbe au sol.

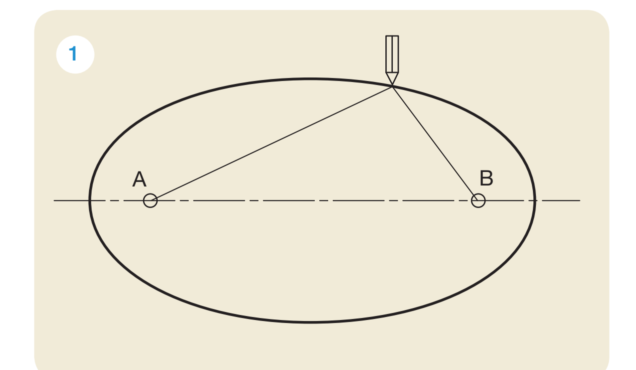
- **Méthode des cercles : (fig. 2)**

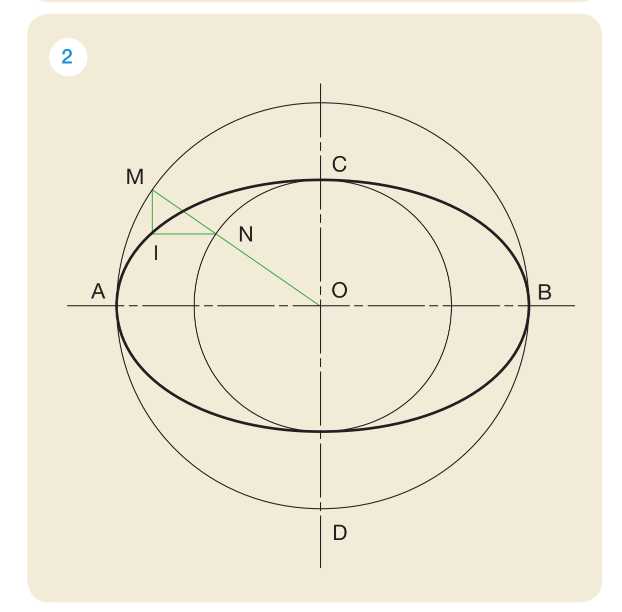
Tracer à partir de O deux cercles ayant respectivement comme diamètre la dimension du grand axe et la dimension du petit axe de l'ellipse que l'on souhaite obtenir.
Tracer un rayon qui coupe le grand cercle en M et le petit en N.
Par M tracer la parallèle au petit axe, par N tracer la parallèle au grand axe. Ces deux segments se coupent en I qui est un point de l'ellipse.
Recommencer l'opération pour autant de fois que nécessaire en fonction de la précision désirée.

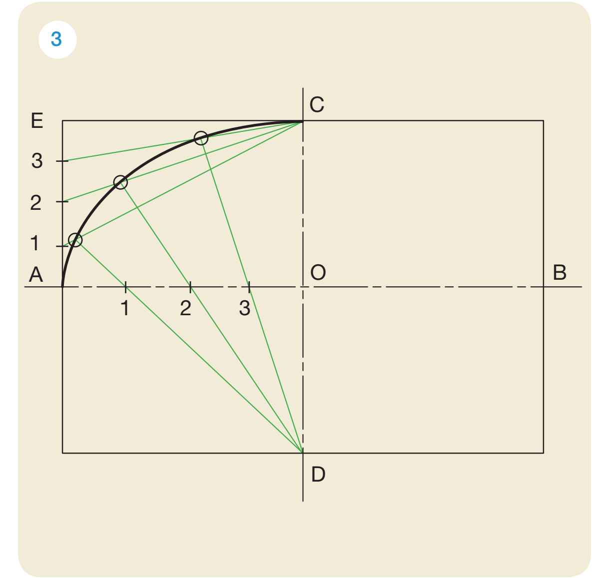
- **Méthode des rectangles : (fig. 3)**

Tracer un rectangle ayant pour côtés les dimensions du grand axe et du petit axe de l'ellipse.
Diviser OA et AE en un même nombre de parties égales (quatre dans l'exemple).
Joindre les divisions de AE à C, celles de OA à D.
Les intersections des segments de même numérotation sont des points de l'ellipse. Joindre les points ainsi obtenus.

NOTA :
Plus le nombre de divisions sera élevé, plus la définition de la courbe sera précise.







47.2 La parabole

- **Parabole inscrite dans un rectangle : (fig. 1)**

Tracer un rectangle sont les dimensions correspondent à l'enveloppe de la parabole que l'on veut tracer.
Diviser DE en deux parties égales.
Tracer le segment A1.
Diviser 1A en deux parties égales (on obtient le point 2).
Diviser 1E en deux parties égales (on obtient le point 3).
Joindre les points 2 et 3.
Diviser 2.3 en deux parties égales (on obtient le point 4).
La parabole est tangente en A, en 4, en E ; les segments A1, 2.3 et DE sont des tangentes à cette courbe.

NOTA :
On peut obtenir d'autres points en redivisant en deux les segments 3E et 3.4 et en recommençant le tracé selon la méthode ci-dessus.

47.3 L'ovale (fig. 2)

Tracer les dimensions AB et CD de l'ovale à tracer sur deux axes perpendiculaires.
De O pour centre, tracer un arc de cercle de rayon OA qui coupe l'axe vertical en A'.
De C pour centre, tracer l'arc de cercle de rayon A'C qui coupe AC en A".
Tracer la médiatrice de AA" qui coupe l'axe vertical en O_2 et OA en O_1.
De O_1 pour centre, tracer l'arc de cercle AM de rayon O_1A.
De O_2 pour centre, tracer l'arc de cercle MM' de rayon O_2M.

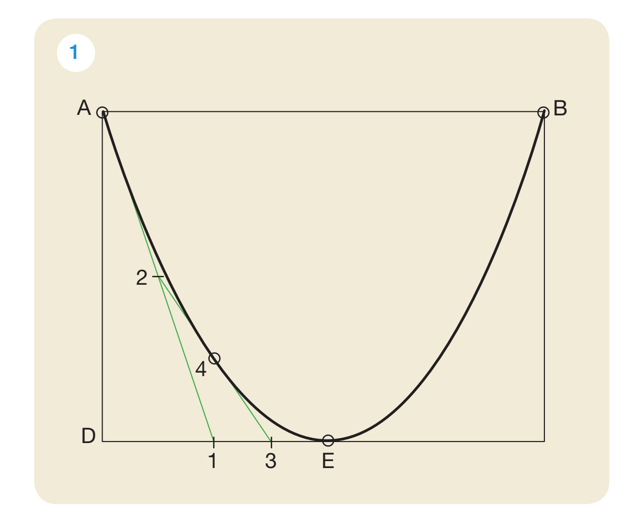
47.4 L'anse de panier

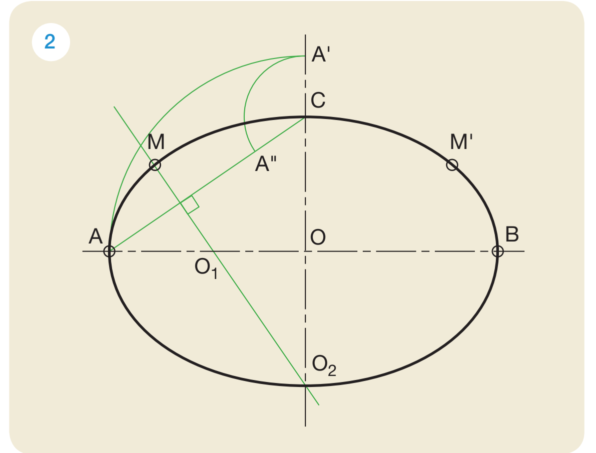
- **Anse de panier à trois centres**

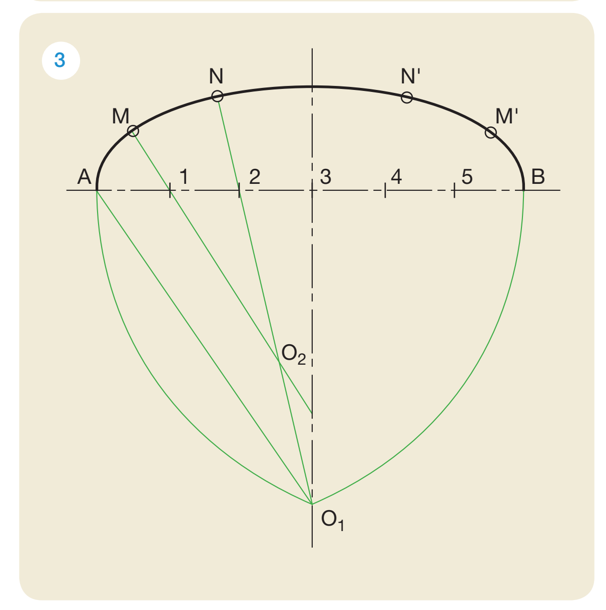
Voir tracé de l'ovale paragraphe ci-dessus.

- **Anse de panier à cinq centres : (fig. 3)**

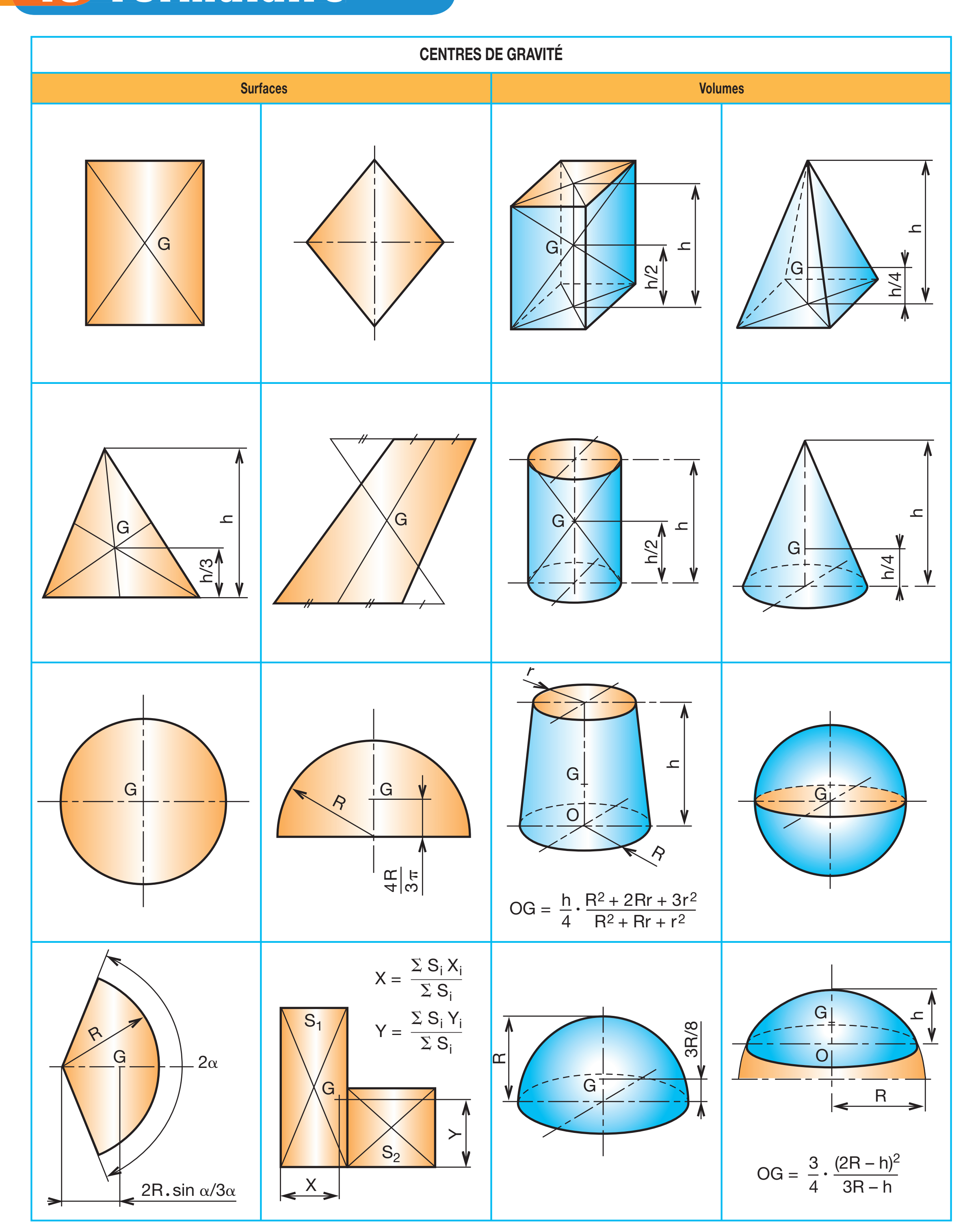
Tracer le segment AB correspondant à la longueur de l'anse.
De A pour centre, tracer un arc de cercle de rayon AB, faire de même à partir de B.
Les deux arcs se coupent en O_1, tracer le segment AO_1.
Diviser AB en 6 parties égales.
Du premier point de division, tracer la parallèle à AO1.
Joindre $2O_1$ qui coupe la parallèle en O_2.
De 1 pour centre, tracer l'arc de cercle AM de rayon 1A.
De O_2 pour centre, tracer l'arc de cercle MN de rayon O_2M.
De O_1 pour centre, tracer l'arc de cercle NN' de rayon O_1N.







48 Formulaire



SURFACES USUELLES				VOLUMES USUELS			
Surface	**Figure**	**Surface**	**Figure**	**Volume**	**Figure**	**Volume**	**Figure**
$a.b$		$\pi.R^2$		$a.b.h$		$S.h$	
$\frac{b.h}{2}$		$\pi(R^2 - r^2)$		$\frac{S.h}{3}$		$\frac{h}{3}.(S+s+\sqrt{Ss})$	
$\frac{B+b}{2}.h$		$\frac{3R^2\sqrt{3}}{2}$		$\pi.R^2h$		$\pi.R^2h$	
$\frac{b.h}{2}$		$3R^2\sqrt{2}$		$\frac{\pi.R^2h}{3}$		$\frac{\pi.h(R^2+r^2+Rr)}{3}$	
$S_1+S_2+S_3+S_4$		$a\left(\frac{h_1}{2} + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-1} + \frac{h_n}{2}\right)$		$\frac{S.h}{3}$		$\frac{4}{3}\pi.R^3$	

MOMENTS QUADRATIQUES

Figures	$I_{xx'}$	$I_{xx'}/V$	I_0	I_0/V_0
	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6}$	$\frac{a^4}{6}$	$\frac{a^3\sqrt{3}}{6}$
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{bh}{12}(h^2+b^2)$	$\frac{bh\sqrt{(h^2+b^2)}}{6}$
	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh^3}{24}$		
	$\frac{\pi . R^4}{4}$	$\frac{\pi . R^3}{4}$	$\frac{\pi . R^4}{2}$	$\frac{\pi . R^3}{2}$
	$\pi R^3 e$	$\pi R^2 e$	$2\pi R^3 e$	$2\pi R^2 e$
	$I_{xx'} + Sb^2$	$\frac{I_{xx'} + Sb^2}{V}$	$I_G + S(a^2+b^2)$	$\frac{I_G + S(a^2+b^2)}{V_0}$

FORMULAIRE R.d.M

Figures	T_a	MT_a	φ_B	f_B
	P	-Pa	$\varphi_B = \varphi_C = -\frac{Pa}{2EI}$	$-\frac{Pa^2}{6EI}(3l-a)$
	$p\ell$	$-\frac{p\ell^2}{2}$	$-\frac{p\ell^3}{6EI}$	$-\frac{p\ell^4}{8EI}$
	$p\ell$	$-\frac{p\ell^2}{6}$	$-\frac{p\ell^3}{24EI}$	$-\frac{p\ell^4}{30EI}$
	$p\ell$	$-\frac{p\ell^2}{3}$	$-\frac{p\ell^3}{8EI}$	$-\frac{11p\ell^4}{120EI}$
	0	$-\mathscr{C}$	$\varphi_B = \varphi_C = -\frac{\mathscr{C}a}{EI}$	$\frac{\mathscr{C}a}{EI}(\ell - \frac{a}{2})$

POUTRE SUR DEUX APPUIS SIMPLES

Figures	T_A	T_B	M^T max	x M^T max	φ_A	φ_B	flèche max.
A, B, P, a, b, ℓ	$\frac{Pb}{\ell}$	$\frac{Pa}{\ell}$	$\frac{Pab}{\ell}$	a	$-\frac{Pa}{6EI\ell}(\ell - a)(2\ell - a)$	$-\frac{Pa}{6EI\ell}(\ell^2 - a^2)$	pour x = a $-\frac{Pa^2b^2}{3EI\ell}$
A, B, p	$\frac{P\ell}{2}$	$\frac{P\ell}{2}$	$\frac{P\ell^2}{2}$	$\frac{\ell}{2}$	$-\frac{p\ell^3}{24EI}$	$\frac{p\ell^3}{24EI}$	$-\frac{5p\ell^4}{384EI}$
A, B, p, c, a	$\frac{pa}{\ell}(\ell - \frac{a}{2})$	$\frac{pa^2}{2\ell}$	$\frac{pa^2(2\ell - a)^2}{8\ell^2}$	$a \leqslant \frac{\ell}{2}$ a	$-\frac{pa^2(2\ell - a)^2}{24EI}$	$-\frac{pa^2(2\ell^2 - a^2)}{24EI\ell}$	dépend de $\frac{a}{\ell}$
A, B, p, x	$\frac{p\ell}{3}$	$\frac{p\ell}{6}$	$\frac{p\ell^2}{9\sqrt{3}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{3}}$	$-\frac{8p\ell^3}{360EI}$	$+\frac{7p\ell^3}{360EI}$	x = 0,519ℓ $-\frac{p\ell^4}{153{,}2EI}$
A, B, p	$\frac{p\ell}{4}$	$\frac{p\ell}{4}$	$\frac{p\ell^2}{12}$	$\frac{\ell}{2}$	$-\frac{5p\ell^3}{192EI}$	$\frac{5p\ell^3}{192EI}$	$-\frac{p\ell^4}{120EI}$
A, B, 𝒞, a, b	$-\frac{\mathscr{C}}{\ell}$	$+\frac{\mathscr{C}}{\ell}$	$-\frac{\mathscr{C}a}{\ell}$ $-\frac{\mathscr{C}b}{\ell}$	a > b b > a	$-\frac{\mathscr{C}}{6EI\ell}(\ell^2 - 3b^2)$	$-\frac{\mathscr{C}}{6EI\ell}(\ell^2 - 3a^2)$	pour x = a $-\frac{\mathscr{C}ab\,(b-a)}{EI\ell}$

49 Système S.I.

Unités	Grandeurs	Symbole	Unités	Abréviation
Géométrique	Longeur	L	Mètre	m
	Surface	S	Mètre carré	m^2
	Volume	V	Mètre cube	m^3
	Angle plan		Radian	rd
	Angle solide	Ω	Stéradian	Sr
Masse	Masse	M	Kilogramme	kg
Temps	Temps	t	Seconde	s
	Fréquence	F	Hertz	Hz
Cinématique	Vitesse	ν	Mètre/seconde	m/s
	Vitesse angulaire	ω'	Radian/seconde	rd/s
	Accélération	γ	Mètre/seconde^2	m/s^2
	Accélération angulaire	ω''	radian/seconde^2	rd/s^2
Mécanique	Force	F	Newton	N
	Énergie	W	Joule	J
	Puissance	P	Watt	W
	Pression	p	Pascal	Pa
Calorifique	Température	θ	Degré Celcius	°C
	Quantité de chaleur	Q	Joule	J
	Chaleur spécifique		Joule/kg	J/kg
	Coefficient de conductivité	λ	Watt/m et °C	W/m °C
Électrique	Flux calorique	Φ	Watt/m^2	W/m^2
	Coefficient d'échange de chaleur	K	Watt/m^2 et °C	W/m^2 °C
	Intensité	I	Ampère	A
	Quantité d'électricité	Q	Coulomb	C
	Différence de potentiel	U	Volt	V
	Résistance	R	Ohm	Ω
	Capacité	C	Farad	F
	Inductance	L	Henry	H
	Flux magnétique	Φ	Tesla	T
Optique	Intensité lumineuse	I	Candéla	Cd
	Flux lumineux	Φ	Lumen	lm
	Éclairement	E	Lux	lx

50 Sites Internet

Les adresses de cette liste sont mis à jour sur le site : **www.hachette-education.com**
>rubrique espace enseignants > sites sélectionnés > enseignement technique

Sites généralistes	
www.batiweb.com	Base de données de produits
www.qualiteconstruction.com	Site sycodès
www.batiactu.com	Portail TCE avec moteur de recherche
www.cstb.fr	Centre Scientifique et tech. du bâtiment
www.batiproduits.com	Accès aux produits TCE et GO
www.untec.com	Fiches estimatives et descriptives
www.batissor.com	Fiches de produits de construction
www.batirenover.com	Portail TCE avec moteur de recherche
www.lemoniteur-expert.com	Le site du Moniteur du BTP
www.interbat.com	Portail TCE produits, Avis techniques
www.archicool.com	Actualités architecturales
Gros-œuvre	
www.ciments-calcia.fr	Fiches techniques sur les ciments
www.infociments.fr	Fiches techniques sur les bétons et mortiers
www.lafarge.fr	Ciments et bétons
www.sika.fr	Adjuvants pour bétons et mortiers
www.adets.org	Aciers et panneaux soudés ADETS
www.armatures-allians.com	Aciers et panneaux soudés ADETS
www.doka.com	Coffrages
www.rector.fr	Composants béton
www.kp1.fr	PPB et Feder béton : composants en BA
www.outinord.com	Coffrages
www.hussor.com	Coffrages
www.xella.fr	Béton cellulaire (Ytong, Siporex et Hebel)
Charpente Menuiserie	
www.mii.com	Fermettes et connecteurs (Mitek)
www.glulam.org	Le site du bois lamellé-collé
www.nailweb.com	Poutres et connecteurs
www.le-bois.com	Portail de la filière bois
www.site-en-bois.net/fr	Le site de la filière bois
www.fcba.fr	Centre Technique du bois et de l'Ameublement
www.velux.fr	Fenêtres de toit
www.technal.fr	Menuiseries alu et PVC
Construction métallique	
www.otua.asso.fr	Profilés métallurgiques pour CM

www.cticm.com	Centre technique de la CM
www.construireacier.fr	Produits métallurgiques
Couverture étanchéité	
www.etancheite.com	Portail de l'étanchéité
www.meple.com	Etanchéité et bardeaux
www.soprema.fr	Etanchéité multicouches
www.siplast.fr	Etanchéité multicouches
www.terreal.com	Portail des tuiles et briques
www.monier.fr	Couvertures en tuiles (Lafarge couvertures)
www.ardoises-catteau.com	Ardoises d'Espagne
www.ardoisieres-angers.com	Ardoises
www.eternit.fr	Couvertures fibres-ciment
www.arval-construction.fr	Bacs et bardages acier, planchers (Haironville, PAB)
www.nicoll.fr	Gouttières et tuyaux PVC
www.achard-sa.fr	Gouttières et accessoires
www.etanco.fr	Fixations pour couvertures et bardages métal
Électricité	
www.legrand.fr	Equipements électriques
www.hager.fr	Tout le matériel électrique
www.sermes.fr	Tout le matériel électrique
www.arnould.com	Prises, interrupteurs, boîtiers
Plomberie Chauffage	
www.baxifrance.com	Chaudières, brûleurs, radiateurs, ECS
www.chappee.com	Chaudières, brûleurs, radiateurs
www.dedietrich.fr	Chaudières, brûleurs, radiateurs
www.finimetal.fr	Radiateurs, planchers chauffants
www.acova.fr	Radiateurs
www.flamco.fr	Vases d'expansion et accessoires divers
www.danfoss.com/france	Contrôle, régulation, équilibrage
www.robinetterie-hammel.fr	Robinetterie chauffage et sanitaire
www.comap.fr	Robinetterie, tuyaux, planchers chauffants
www.giacomini.fr	Robinetterie, tuyaux, raccords, conseils
www.grohe.fr	Robinetterie
www.brossette.fr	Tout le chauffage et le sanitaire
Cloisons plafonds	
www.placo.com	Produits placoplâtre
www.creargos.com	Portail produits du logement
Isolation ventilation	
www.isover.fr	Produits isolants
www.foamglas.fr	Produits isolants, descriptifs
www.actisisolation.com	Produits isolants
www.aldes.com	Ventilation mécanique

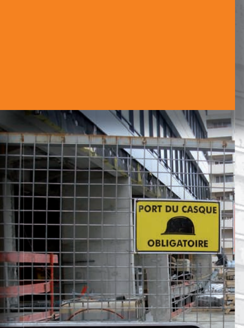
R. ADRAIT
J. P. BATTAIL
C. MICHAUD
D. SOMMIER
D. ZAMBON



Guide du Constructeur en bâtiment

Maîtriser l'ingénierie civile





hachette
TECHNIQUE